

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CURSO DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA

ANA CRISTINA RAMOS ALVES

MAPEAMENTO DAS OCUPAÇÕES IRREGULARES NAS APPs DO TRECHO
URBANO DO CÓRREGO MUMBUCA EM MONTE CARMELO - MG

MONTE CARMELO

2020

ANA CRISTINA RAMOS ALVES

**MAPEAMENTO DAS OCUPAÇÕES IRREGULARES NAS APPs DO TRECHO
URBANO DO CÓRREGO MUMBUCA EM MONTE CARMELO - MG**

Trabalho de Conclusão de Curso, como exigência parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo.

Orientador: Prof. Dr. Ismarley Lage Horta
Morais

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Luziane Ribeiro
Indjai

MONTE CARMELO

2020

ANA CRISTINA RAMOS ALVES

**MAPEAMENTO DAS OCUPAÇÕES IRREGULARES NAS APPs DO TRECHO
URBANO DO CÓRREGO MUMBUCA EM MONTE CARMELO - MG**

Trabalho de Conclusão de Curso, como exigência parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo.

Orientador: Prof. Dr. Ismarley Lage Horta
Morais

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Luziane Ribeiro
Indjai

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ismarley Lage Horta Moraes (Orientador)
Universidade Federal de Uberlândia

Prof^a. Dr^a. Luziane Ribeiro Indjai (Coorientadora)
Universidade Federal de Uberlândia

Prof^a. Dr^a. Mirna Karla Amorim da Silva (Convidada)
Universidade Federal de Uberlândia

MONTE CARMELO

2020

Dedico este trabalho ao meus pais, Márcia e Iron, minha irmã Thaís e minha avó Sebastiana, por todo o apoio e incentivo para conclusão deste curso.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Márcia Regina e Iron, à minha avó Sebastiana e à minha irmã Thaís, pelo incentivo e apoio nos momentos mais difíceis, e por me estimular continuar e vencer mesmo quando eu penso em desistir.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ismarley Lage Horta Moraes e à minha coorientadora Prof^a. Dr^a. Luziane Ribeiro Indjai, pelo apoio e aprendizado, por acreditarem em mim e não medirem esforços ao me auxiliar neste trabalho.

Agradeço à Prof^a. Dr^a. Mirna Karla Amorim da Silva, por ter aceitado o convite para participar como membro da banca de defesa do TCC II e contribuir com sugestões que enriqueceram o trabalho.

Por fim, quero agradecer a todos que acreditaram na minha capacidade e determinação, e principalmente, àqueles que contribuíram diretamente ou indiretamente para a realização deste trabalho. Meu muito obrigada!

“Controle suas emoções! Discipline sua mente!”
(Professor Severo Snape, em Harry Potter e a Ordem da Fênix)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo mapear por meio de geoprocessamento a Área de Preservação Permanente (APP) do trecho do Córrego Mumbuca localizado no perímetro urbano de Monte Carmelo – MG, baseando-se na Lei 12.651 de 2012 do Código Florestal Brasileiro, na Resolução CONAMA 303/202 de 2002, na Legislação Ambiental do Estado de Minas Gerais e nas leis municipais do Plano Diretor de Monte Carmelo, afim de determinar as ocupações irregulares inseridas em APPs urbanas. Foi realizado um levantamento geodésico para determinação das margens do Córrego Mumbuca. A faixa de proteção ambiental para o córrego foram criadas a partir da ferramenta buffer, seguindo as dimensões em função da largura do curso d'água. A determinação das ocupações irregulares, bem como o mapeamento do uso e ocupação do solo foram obtidos a partir da classificação supervisionada utilizando-se imagens com resolução espacial de 0,57cm, bandas RGB, por meio do software SAS Planet que fornece imagens de alta resolução do Google Earth. O mapeamento identificou que 0,434 km² do perímetro urbano do Município de Monte Carmelo, são caracterizados como APP, correspondendo a cerca 1,540% da APP. A APP foi classificada como Vegetação 64,313%, Uso Urbano 22,253% e Água 13,434%. Para melhor análise dos resultados, a APP foi separada em dois trechos. Com relação ao conflito de ocupações urbanas dentro da APP, o Trecho 1, foi o que apresentou maior número de ocupações irregulares em faixa de preservação, cerca de 20,991% sendo de Uso Urbano, e 6,109% de Vegetação nativa. Portanto, verificou-se a necessidade do poder público municipal tomar medidas quanto a gestão das APPS, visando um melhor planejamento urbano dessas áreas.

Palavras-chave: Legislação Ambiental; Áreas de Preservação Permanente; Ocupações Irregulares.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
REM	Radiação Eletromagnética
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS	Sistema de Referência para as Américas
SR	Sensoriamento Remoto

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ocupação Irregular em APP.....	13
Figura 2 - Dimensões das APPs em função da largura do curso d'água.....	16
Figura 3 - Tecnologias que englobam o geoprocessamento	21
Figura 4 - Aquisição dos dados por meio de SR.....	23
Figura 5 – Espectro eletromagnético	24
Figura 6 - Mapa de localização do trecho urbano do Córrego Mumbuca	27
Figura 7 - Trecho urbano do Córrego Mumbuca com contenção de margens.....	28
Figura 8 – Trecho urbano do Córrego Mumbuca sem contenção de margens.....	28
Figura 9 – Trecho urbano do Córrego Mumbuca canalizado e subterrâneo	29
Figura 10 – Elaboração sistemática para execução do trabalho	30
Figura 11 – Área úmida fora da APP.....	34
Figura 12 – Mapa de Delimitação da APP do Córrego.....	35
Figura 13 – Mapa de delimitação da APP por trechos.....	36
Figura 14 – Área úmida no trecho urbano do Córrego Mumbuca.....	38
Figura 15 – Ampliação no Trecho 1 da APP.....	39
Figura 16 – Lançamento de esgoto sem tratamento no Córrego Mumbuca	40
Figura 17 – As margens do Córrego apresentam forte odor	41
Figura 18 – Descarte de Resíduos de Construção Civil.....	41
Figura 19 – Descarte de lixo e entulho	42
Figura 20 – Ampliação no Trecho 2 da APP.....	43
Figura 21 – Mapa de Uso e Ocupação do solo da APP – Trecho 1	45
Figura 22 – Mapa de Uso e Ocupação do solo da APP – Trecho 2	47
Figura 23 – Áreas verdes potenciais na APP – Trecho 1	48
Figura 24 – ETE de Monte Carmelo no Trecho 2.....	50
Figura 25 – Exemplo de Parque Linear: Parque Tiquatira/SP	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Medidas do Trecho do Córrego Mumbuca	33
Tabela 2 – Medidas dos Trechos do Córrego Mumbuca	37
Tabela 3 – Uso e ocupação do solo da APP	44
Tabela 4 – Uso e ocupação do solo nos trechos	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos	12
3 JUSTIFICATIVA	12
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
4.1 Ocupações irregulares em Áreas de Preservação Permanente	13
4.2 Uso e Ocupação do solo.....	14
4.3 Legislação Ambiental	15
4.3.1 Legislação Federal	15
4.3.2 Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002.....	17
4.3.3 Legislação do Estado de Minas Gerais	18
4.3.4 Legislação Municipal de Monte Carmelo.....	19
4.4 Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica (SIG)	20
4.5 Sensoriamento Remoto (SR)	22
4.5.1. Radiação Eletromagnética	23
4.6 Processamento e Classificação de Imagens Digitais.....	24
4.6.1. <i>Semi-Automatic Classification Plugin</i> (SCP)	26
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
5.1 Área de Estudo	26
5.2 Material.....	29
5.3 Métodos	30
5.3.1 Georreferenciamento das margens do córrego.....	31
5.3.2 Criação do Mosaico.....	31
5.3.3 Delimitação de Área de Preservação Permanente (APP)	31
5.3.4 Classificação supervisionada e mapeamento das ocupações ao longo da APP	32
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
6.1 Delimitação da APP.....	33
6.2 Determinação dos trechos de APP	36
6.3 Caracterização da APP	37
6.4 Análise do uso e ocupação do solo.....	44
7 CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS	53
APÊNDICE	57
APÊNDICE A – COORDENADAS COLETADAS AO LONGO DO CÓRREGO MUMBUCA	57

1 INTRODUÇÃO

O crescimento desenfreado dos centros urbanos ocasionou o mal aproveitamento das infraestruturas já existentes e a degradação dos recursos limitados, simplesmente por não haver planejamento ambiental e políticas públicas capazes de gerir o ordenamento do território (Homem/natureza). Segundo Guerra e Cunha (2000), os seres humanos, ao se concentrarem num determinado espaço físico, aceleram irreversivelmente os processos de degradação ambiental. A degradação ambiental cresce na proporção que a concentração populacional aumenta, e consequentemente as cidades e os problemas ambientais passam a ter entre si uma relação de causa e efeito rígido (SANTANA, 2011).

Moradias foram edificadas ao redor de nascentes, marginais a cursos d'água, em encostas de morro, dentre outras, sem haver preocupação em analisar a possibilidade e viabilidade de ali utilizar (MENECHINO; PROCÓPIO; VIANNA, 2007). As áreas que deveriam ser destinadas a preservação dos recursos naturais, passaram a ser tomadas por ocupações irregulares e atividades que infringem o uso do solo determinado pela legislação urbana. A falta de proteção e preservação dos recursos hídricos, passou a acarretar problemas ambientais como a erosão do solo das margens dos rios, assoreamento dos cursos d'água, proliferação de vetores e comprometimento da qualidade da água por conta de despejo de resíduos poluentes.

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram criadas pela Lei federal nº 4.771/1965, com o objetivo de evitar a degradação dos ecossistemas. A Lei nº 4.771 determinou faixas de proteção no entorno dos cursos d'água, levando em consideração a largura das dimensões dos rios e córregos, ou o raio, no caso de lagos e nascentes. Em 2012, a lei foi revogada pela Lei nº 12.651 (Novo Código Florestal), com o papel de zelar pela manutenção das Áreas de Preservação Permanente (APPs), sendo um instrumento de grande importância para garantir a preservação dos ecossistemas (fauna e flora), a manutenção da paisagem e a qualidade de vida da população.

Este trabalho, buscou mapear e avaliar como as ocupações ao longo do trecho urbano do Córrego Mumbuca tratam as legislações ambientais, ou seja, se respeitam o disposto pelas leis federais, estaduais e municipais, no que diz respeito às APPs, e sobretudo, gerar algumas reflexões quanto aos efeitos do meio urbano nas áreas de preservação, bem como a proteção das mesmas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é mapear e determinar os tipos de uso e ocupação em APPs do trecho urbano do Córrego Mumbuca na cidade de Monte Carmelo/MG.

2.2 Objetivos específicos

Deste modo, para alcançar o objetivo geral apresentado, os objetivos específicos são:

- ✓ Delimitar as Áreas de Preservação Permanente do trecho urbano da bacia hidrográfica do córrego Mumbuca;
- ✓ Mapear as ocupações irregulares em APPs de acordo com as legislações federal, estadual e municipal vigentes;
- ✓ Analisar as principais consequências ambientais decorrentes dessas formas de ocupação irregular;
- ✓ Mapear e analisar o Uso e ocupação do solo das APPs;
- ✓ Avaliar as irregularidades urbanas e atividades que infringem o uso e ocupação do solo determinado pela legislação urbana.

3 JUSTIFICATIVA

De acordo com COSTA et al. (1996), as APPs foram criadas para proteger o ambiente natural, e não são áreas apropriadas para alteração de uso da terra, devendo estar cobertas com a vegetação natural, ou seja preservação de suas características nativas, sem apresentar alterações de degradação ou mudanças ocorridas pela ação do tempo e da exploração humana.

A preservação da vegetação das APPs desempenha importante papel ecológico, como também ajuda a proporcionar a infiltração e a drenagem pluvial necessária para o equilíbrio do ecossistema, contribuindo para a preservação dos aquíferos, bem como, controlando a erosão do solo e consequentemente o assoreamento e poluição dos cursos d'água, evitando enxurradas, inundações e enchentes, além de assegurar o bem estar da biodiversidade e da espécie humana.

Neste sentido, o mapeamento das ocupações irregulares ao longo do trecho urbano do Córrego Mumbuca se faz necessário, pois contribui para a fomentação de informações a

respeito da ocupação urbana próximo a este curso d'água. Tais informações serão de suma importância para o planejamento urbano, e para propor medidas que possam atenuar os impactos ambientais negativos (assoreamento dos cursos d'água, erosão dos solos, degradação da cobertura vegetal etc), visando auxiliar nas futuras ações dos gestores públicos do município de Monte Carmelo, bem como na elaboração de leis e fiscalização efetiva na preservação das APPs.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Ocupações irregulares em Áreas de Preservação Permanente

Denomina-se ocupação irregular em APPs, as construções ou benfeitorias, clandestinas ou não, como casas residenciais ou comerciais, condomínios fechados e/ou de veraneio, assentamentos e habitações precárias (favelas ou invasão de terras), que ocorrem às margens de rios, lagoas e nascentes, e desrespeitam a distância que deve ser adotada em relação à faixa de preservação permanente de acordo com a largura do curso d'água, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Ocupação Irregular em APP



Fonte: Adaptado de (MPSC, 2015).

As ocupações irregulares em áreas de preservação ambiental indicam as fragilidades e a falta de fiscalização do sistema de proteção a esses espaços. Diante dessa situação, se faz necessário, o monitoramento dessas áreas a partir de instrumentos que auxiliem no planejamento urbano.

A realização de um planejamento bem elaborado possibilita uma melhor gestão do espaço urbano.

4.2 Uso e Ocupação do solo

O uso e ocupação do solo é o estudo da caracterização da vegetação e as atividades humanas ali contidas. Para Rosa (2007), consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou a caracterização dos tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo, como também suas respectivas localizações.

Essa relação do homem com a natureza pode ser entendida, como sendo a forma pela qual o espaço geográfico está sendo ocupado e explorado, e as atividades nele desenvolvidas, bem como as relações humanas estabelecidas de ocupação e de transformação do meio ambiente. As transformações se referem a interação do homem ao meio em que vive, e as ações que na medida em que a ocupação desordenada do solo acontece, tende a causar a deterioração do meio ambiente.

Os problemas ambientais urbanos são cada vez mais visíveis na paisagem das cidades, principalmente pelas constantes transformações que o homem faz na natureza, onde o espaço de construção das cidades e a aglomeração humana desencadeiam problemas ambientais resultantes do uso desenfreado do solo. Essa ocupação traz ao meio ambiente problemas como enchentes e inundações, acúmulo de lixo, degradação ambiental poluição sonora, descartes irregulares de insumos ocasionado a contaminação do solo, do ar, da água, e conseqüentemente a propagação e o surto de vetores e epidemias, além de outros problemas ambientais entre sociedade e natureza.

Dessa forma, a decorrente utilização do solo, pode vir a acarretar mudanças e impactos na qualidade dos recursos hídricos, como o aumento da concentração de sólidos e de material contaminante no leito dos mananciais. Vale ressaltar que além de contaminantes físicos, tais como as partículas sólidas, a ocupação de áreas próximas aos cursos d'água provoca a contaminação microbiológica decorrente do descarte de esgotos sanitários sem tratamento e dejetos provenientes da criação de animais, como já observado por Gonçalves et al. (2005).

Para Medeiros e Petta (2005), a preocupação, cada vez mais frequente, sobre a forma e o tipo de ocupação do seu território tem levado os governos a se interessarem por estudos que abordem a questão dos impactos ambientais. Os impactos ambientais estão relacionados ao rápido processo de urbanização e os surgimentos das cidades, bem como ao êxodo rural e a ocupação humana nas áreas urbanas, trazendo consigo a mudança brusca estrutural de todo o ecossistema e do meio ambiente de uma determinada área, de suas características naturais. Além de como principal consequência, ocasionar o assoreamento dos cursos d'água, que acabam por modificar ou deteriorar a qualidade da água, a fauna e a flora, provoca o decréscimo da

velocidade da água resultando também na redução da disponibilidade hídrica (ANDRADE et al., 2007).

4.3 Legislação Ambiental

Ao se apropriar do espaço e dos recursos naturais, a ação humana transforma rapidamente a paisagem natural com muito mais intensidade que a ação da natureza, gerando impactos negativos no ambiente (ROSS, 2009). Sendo assim, como medida para impedir e/ou minimizar esses impactos que desencadeiam a degradação do meio ambiente, existem as leis ambientais brasileiras, que tem por objetivo a preservação do meio ambiente e a qualidade de vida dos seres vivos.

Neste trabalho faz-se necessário, destacar a legislação pertencente às zonas de proteção ambiental presentes nos espaços urbanos, definidas em: Federal, Estadual e Municipal (Leis vigentes em Monte Carmelo).

4.3.1 Legislação Federal

A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, o intitulado Código Florestal, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Essa lei no seu ordenamento jurídico tem a sua importância quanto à proteção das florestas, ao uso sustentável dos recursos naturais e das demais formas de vegetação. O Art. 1º da lei estabelece que:

Art. 1º. Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos (BRASIL, 2012).

O Código Florestal define que Áreas de Preservação Permanente (APPs) são áreas protegidas, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. A Lei ainda estabelece que:

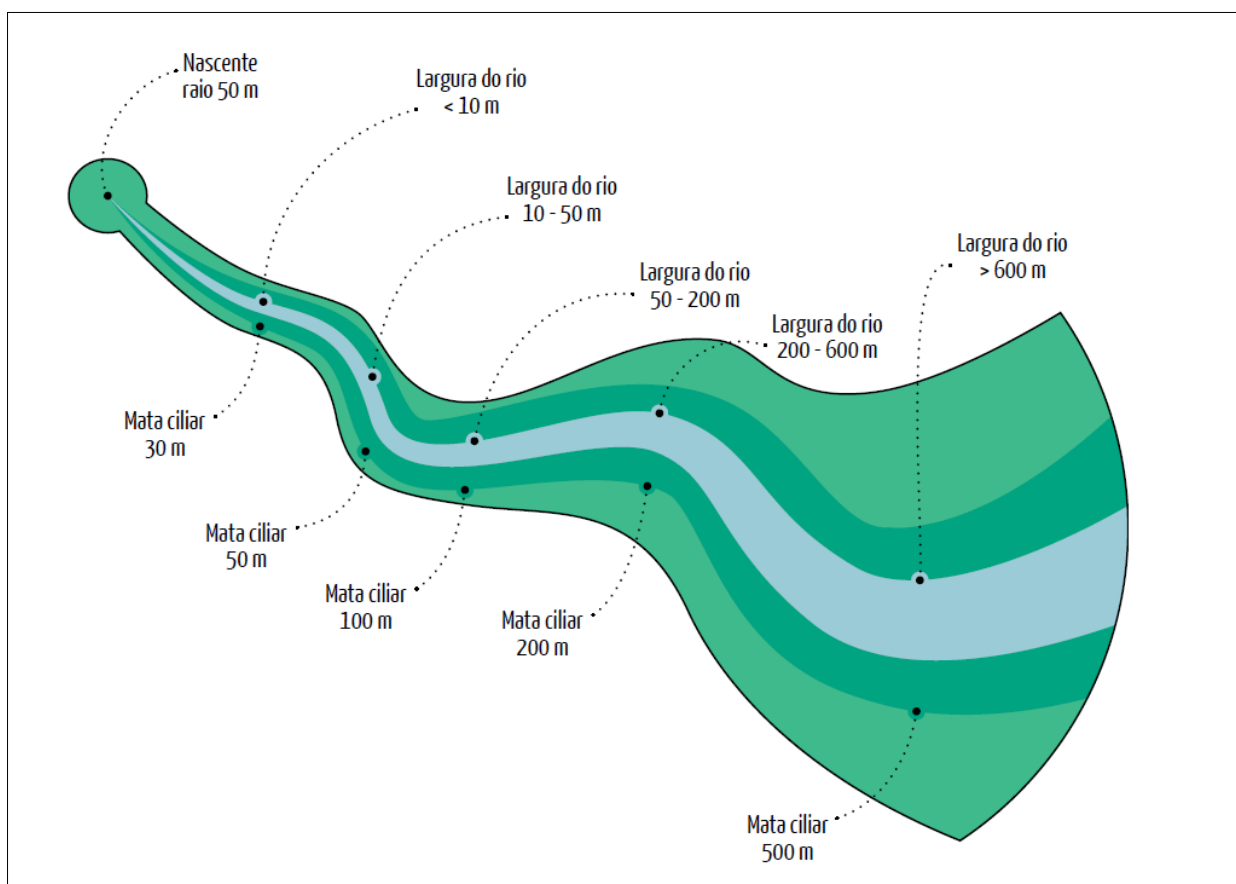
Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas,

para os efeitos desta Lei:

- I - As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
 - e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- IV - As áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; [...] (BRASIL, 2012).

A Figura 2 exemplifica o Art. 4º do Código Florestal, apresentando a distância que deve ser adotada em relação à faixa de preservação permanente de acordo com a largura do curso d'água.

Figura 2 – Dimensões das APPs em função da largura do curso d'água



Fonte: INEA (2015).

Portanto, vale ressaltar que a conservação e a preservação de vegetação nativa,

sobretudo aquelas situadas ao longo de cursos d'água, nascentes, lagos e lagoas, são fundamentais para a proteção dos recursos hídricos.

A Lei nº 6.766 de 19 de dezembro de 1.979, intitulada de Lei de Parcelamento do Solo ou Lei Lehman, dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Essa lei, regulamenta nacionalmente a atividade de parcelamento urbano, definindo dentre outras coisas condições e critérios para os loteamentos.

O Art. 2º, Parágrafo Único, proíbe o parcelamento do solo em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até sua correção. No Art. 4º, incisos I, II e III, se estabelece a necessidade de percentuais de Áreas Públicas Municipais (APMs) destinadas a equipamentos comunitários, além de estabelecer uma distância mínima das faixas de águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público, sendo assim, talvez uma dos artigos mais importantes da referida lei.

Art. 4º. Os loteamentos deverão atender, pelo menos, aos seguintes requisitos:

I - as áreas destinadas a sistemas de circulação, a implantação de equipamento urbano e comunitário, bem como a espaços livres de uso público, serão proporcionais à densidade de ocupação prevista pelo plano diretor ou aprovada por lei municipal para a zona em que se situem.

II - os lotes terão área mínima de 125m² (cento e vinte e cinco metros quadrados) e frente mínima de 5 (cinco) metros, salvo quando o loteamento se destinar a urbanização específica ou edificação de conjuntos habitacionais de interesse social, previamente aprovados pelos órgãos públicos competentes;

III - ao longo das águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias e ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa não-edificável de 15 (quinze) metros de cada lado, salvo maiores exigências da legislação específica; [...] (BRASIL, 1979).

A Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, intitulada de Estatuto da Cidade, regulamenta os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Essa lei instituiu uma série de instrumentos a fim de facilitar a administração municipal, como por exemplo o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV). Braga e Carvalho (2001), afirmam que ao definir os fundamentos da política urbana, o Estatuto da Cidade torna-se um instrumento fundamental, haja vista que a urbanização tem se apresentado como um dos processos mais impactantes no meio ambiente.

4.3.2 Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 303, de 20 de

março de 2002, dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Esta lei considera que as Áreas de Preservação Permanente e outros espaços territoriais especialmente os protegidos, são instrumentos de relevante interesse ambiental e integram o desenvolvimento sustentável das presentes e futuras gerações.

O Art. 3º constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

- a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;
- b) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura;
- c) cem metros, para o curso d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;
- d) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;
- e) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura;

II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:

- a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;
 - b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros; [...]
- (CONAMA, 2002).

4.3.3 Legislação do Estado de Minas Gerais

A Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013, dispõe sobre a política florestal e de proteção à biodiversidade no Estado de Minas Gerais. Em seu capítulo II, Artigos 8 e 9, refere-se às APPs como a área, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a biodiversidade (fauna e flora), proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas, e define também, a largura mínima de 30 metros para as faixas de preservação permanente, podendo chegar até 500 metros, conforme seja a largura da drenagem.

Ainda no capítulo II, Artigos 11 e 12, determina que:

Art. 11 – A vegetação situada em APP deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado.

§ 1º – Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em APP, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei.

§ 2º – A obrigação prevista no § 1º tem natureza real e é transmitida ao sucessor no caso de transferência de domínio ou da posse do imóvel rural.

§ 3º – No caso de supressão não autorizada de vegetação realizada após 22 de julho de 2008, é vedada a concessão de novas autorizações de supressão de vegetação enquanto não cumprida a obrigação prevista no § 1º.

Art. 12 – A intervenção em APP poderá ser autorizada pelo órgão ambiental competente em casos de utilidade pública, interesse social ou atividades eventuais ou

de baixo impacto ambiental, desde que devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio.

§ 1º – É dispensada a autorização do órgão ambiental competente para a execução, em APP, em caráter de urgência, de atividades de segurança nacional e obras de interesse da defesa civil destinadas à prevenção e mitigação de acidentes.

§ 2º – A supressão da vegetação nativa em APP protetora de nascente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública e desde que constatada a ausência de alternativa técnica e locacional. [...] (GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013).

O Art. 17 da referida lei considera ocupação antrópica consolidada em área urbana, o uso alternativo do solo em APP, onde atendidas as recomendações técnicas do poder público, a ocupação antrópica consolidada em área urbana deverá ser respeitada.

Este artigo legitima as ocupações realizadas em solo urbano de APPs, seja de interesse social (destinada a esportes, lazer e atividades educacionais e culturais ao ar livre) ou baixo impacto, não estando previstas no Código Florestal brasileiro.

4.3.4 Legislação Municipal de Monte Carmelo

O Plano Diretor da Cidade é de caráter obrigatório para as cidades com mais de vinte mil habitantes, a partir da promulgação da Constituição Federal de 1988. Segundo Ferreira et al, (2010), o Plano Diretor é sem dúvida o principal instrumento de planejamento da cidade, nele são definidas as diretrizes mais importantes para o desenvolvimento do município, para definição de todas as políticas urbanas. Para Braga e Carvalho (2001) o Plano Diretor é, no âmbito municipal, talvez o principal instrumento de gestão ambiental, sobretudo por não haver uma tradição de política ambiental nos Municípios Brasileiros.

A Lei Complementar nº 11 de 10 de outubro de 2006, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal do Município de Monte Carmelo e dá outras providências. O Plano Diretor da Cidade de Monte Carmelo atende aos artigos 182 e 183 da Constituição Federal e em consonância com a Lei Federal nº 10.257 de 10 de julho de 2001, intitulada Estatuto da Cidade e a Lei Orgânica do município de Monte Carmelo.

Uma das mais importantes leis instituídas pelo Plano Diretor, é a Lei de Zoneamento Ambiental (ZA). O ZA é um instrumento que deve incorporar a variável ambiental no âmbito do ordenamento territorial de modo que as atividades humanas a serem desenvolvidas em um determinado espaço sejam viáveis, considerando aspectos ambientais e não somente o ponto de vista econômico ou social (SANTOS; RAINIERI, 2013).

Entretanto, o Plano Diretor do município de Monte Carmelo não possui a lei de Zoneamento Ambiental. Sendo assim, de acordo com a Lei nº 1.388 de 23 de agosto de 2017,

que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano no Município de Monte Carmelo - MG, em seu capítulo III, dos requisitos urbanísticos para loteamento, Art. 10, §2º: No caso de APPs, deverão ser respeitados os impedimentos legais de uso e ocupação, sendo permitido o cômputo das mesmas no cálculo de até 80% (oitenta por cento) do total das áreas verdes do loteamento. E no Art. 11, inciso V, determina que os lotes não poderão ser confrontantes com as Áreas de Proteção Ambiental e com as APPs, com faixas “*non aedificandi*” de qualquer espécie e com sistemas de áreas verdes e de lazer, devendo ser separados dos mesmos pelo sistema viário.

Outra lei que merece ser destacada é a lei de Zona Especial de Interesse Social (ZEIS), que tem por objetivo estabelecer condições urbanísticas mais flexíveis visando à regularização e urbanização de áreas de posse, considerando a incompatibilidade da legislação urbanística convencional e a realidade das Posses Urbanas. A Lei nº 3.349 de 24 de abril de 2014, institui o programa de regularização fundiária no município de Monte Carmelo - MG, e dá outras providências. No seu capítulo II, Art. 5º, inciso IV, as faixas de APP deverão ser respeitadas.

4.4 Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica (SIG)

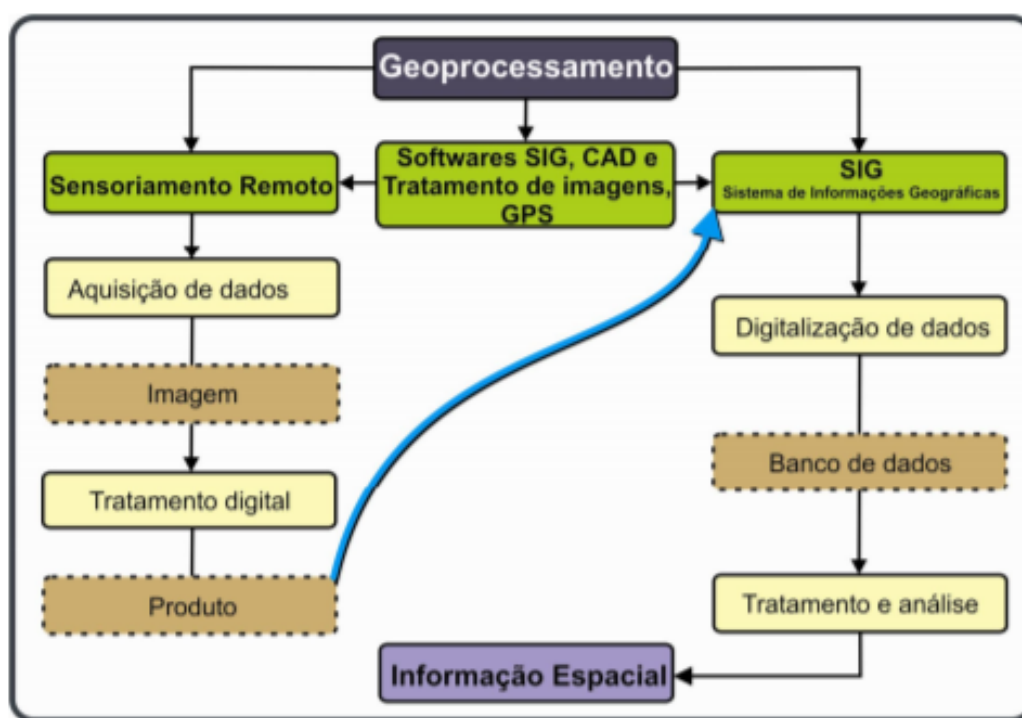
Durante toda a história a humanidade procurou habilidades para estudar e registrar através de mapas ou cartas dados sobre o nosso planeta e explicar a formação do relevo, fauna, flora, ecossistemas, vegetações, para analisar as rotas comerciais, os limites políticos, e as divisões territoriais. Com o passar do tempo e vários estudos e o avanço da informática surgiu a possibilidade de se integrar vários dados e mapas, através de análises complexas e a criação de bancos de dados, georreferenciamento e o desenvolvimento de diversas áreas como a cartografia, para detalhar o planejamento urbano, a divisão de áreas, a relação dos meios de comunicações e transportes e a análise dos recursos naturais.

A evolução da informática atualmente, o aumento da capacidade de processamento dos serviços interligados, o uso de equipamentos computacionais, a sofisticação de programas e a necessidade de haver uma maior agilidade com relação às pesquisas, define a tecnologia de Geoprocessamento como uma ferramenta necessária, para monitorar toda a dinâmica de deslocamento humano e as mudanças ocorridas com a exploração dos recursos ambientais em sua totalidade para sobrevivência da espécie, mesmo que muitas vezes desordenada, acarreta em prejuízos irreversíveis ao meio ambiente.

O Geoprocessamento é um termo amplo que aborda um conjunto de tecnologias destinadas a coleta, tratamento e processamento informatizado de dados geográficos com o

auxílio de programas computacionais, como mostra a Figura 3. De acordo com Câmara e Medeiros (1998), o Geoprocessamento denota uma tecnologia que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. Por meio de ferramentas computacionais de geoprocessamentos, chamados de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), é possível a realização de análises complexas com diferentes dados e de fontes diversas.

Figura 3 – Tecnologias que englobam o geoprocessamento



Fonte: Lima e Souza (2018).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), pode ser definido um conjunto de programas, metodologias, dados e pessoas (usuário), perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados (TEI, 1995). Este sistema pode ser tomado como a combinação de hardware, software, dados, metodologias e recursos humanos que operam de forma coerente para produzir e analisar informações geográficas (MELO, 2006).

Segundo Mascarenhas (2014), as ferramentas de SIG são importantíssimas aliadas para mensurar a expansão urbana, pois permite mapear o espaço, e identificar geograficamente no mesmo a ocorrência de determinados fenômenos. Carvalho, Pina e Santos (2000), ainda enfatizam que o emprego de tecnologias de geoprocessamento constitui-se num poderoso instrumental tecnológico, pois permite racionalizar os processos de tomada de decisão em geral.

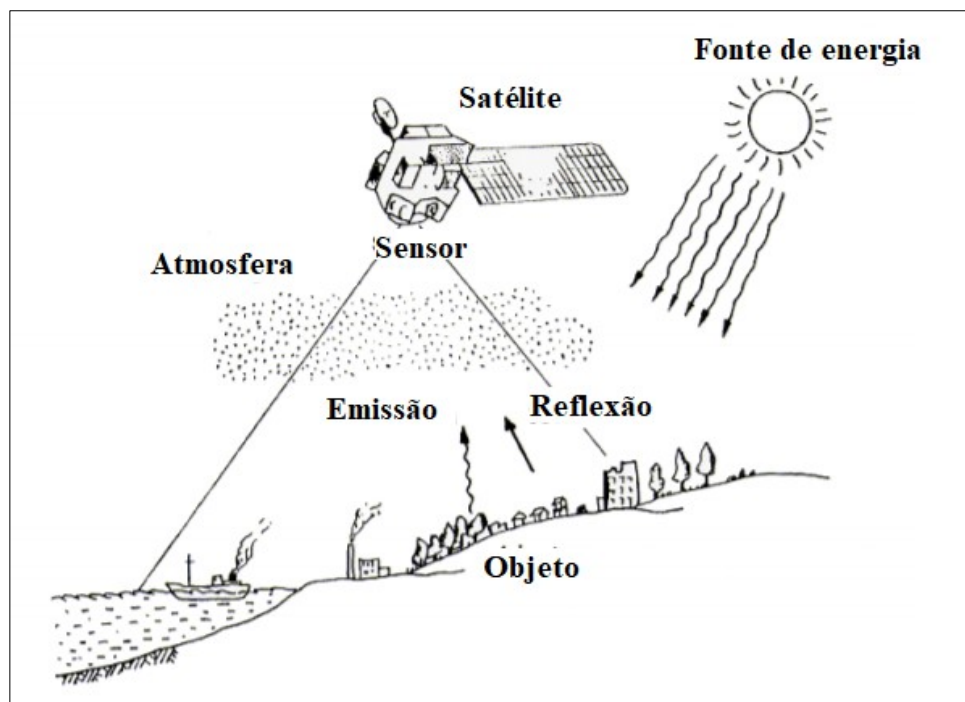
As ferramentas de geotecnologias possuem uma elevada capacidade na análise de dados geoespaciais, pois permitem a criação de bancos de dados georreferenciados, que automatizam a produção de documentos cartográficos, o que torna possível sua aplicação em diversas áreas do conhecimento, como por exemplo: mapeamento de uso e ocupação da terra, gerenciamento de bacias hidrográficas, uso dos recursos naturais, monitoramento do meio ambiente, supervisão de espaço aéreo, marítimo e terrestre, planejamento e gerenciamento urbano e pesquisas socioeconômicas.

4.5 Sensoriamento Remoto (SR)

O Sensoriamento Remoto é a ciência e a arte de se obter informações sobre um alvo (objeto, área ou fenômeno) por meio da análise de dados adquiridos de um dispositivo que não esteja em contato com o alvo sob investigação (LILLESAND; KIEFER, 1994). Florenzano (2002) define como sendo a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície. Novo (2008), define ainda SR como sendo a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos para transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas. O SR tem por objetivo o estudo dos eventos, fenômenos e os processos que ocorrem na superfície terrestre, por meio do registro e da análise das interações entre a Radiação Eletromagnética (REM) e as substâncias contidas no planeta.

A energia transmitida por uma determinada fonte de energia (Sol) é refletida pela superfície terrestre em várias direções, porém quando a energia refletida é direcionada ao sensor, esta é captada e armazenada. O processo de aquisição de dados por meio de SR é mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Aquisição dos dados por meio de SR



Fonte: Adaptado de Murali (2015).

Segundo Almeida (2010), o sensoriamento remoto oferece inúmeras possibilidades para aplicações em planejamento urbano e regional. Com esta técnica, é possível obter dados referentes ao uso e ocupação do solo, estudo socioeconômicos da zona urbana, a classificação da cobertura e do uso do solo urbano, dados sobre mobilidade urbana, escoamento do transporte viário, microclima, desastres naturais e vulnerabilidade ambiental, planejamento e modelagem do espaço urbano, entre outros usos.

4.5.1. Radiação Eletromagnética

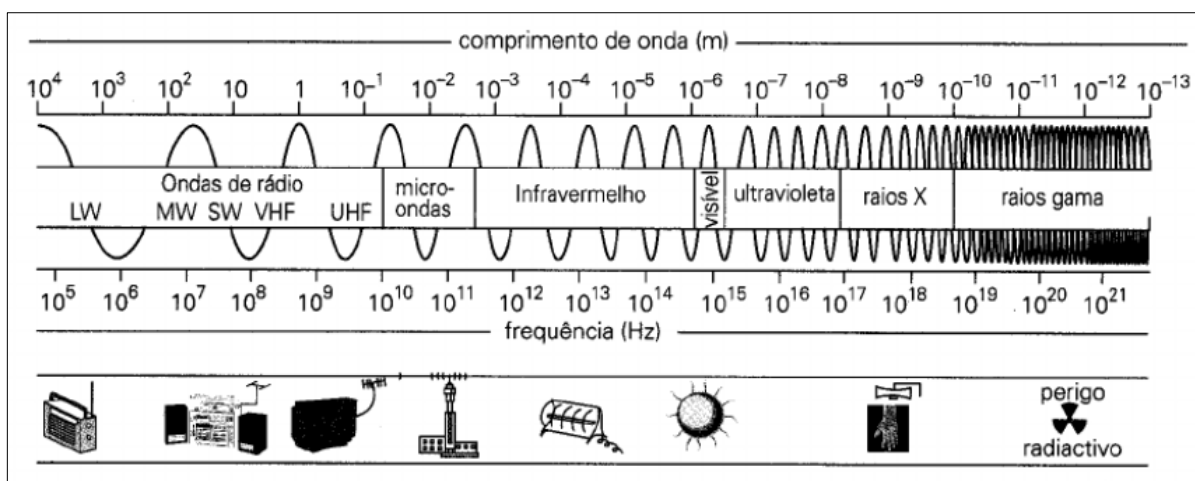
A Radiação Eletromagnética (REM) é uma forma de energia emitida na velocidade da luz na forma de ondas elétricas e magnéticas, não precisando necessariamente de um meio material para se propagar. O Sol e a Terra são as duas principais fontes naturais de energia eletromagnética utilizadas no sensoriamento remoto da superfície terrestre. Para Moreira (2003), a energia solar é a base de todos os princípios no SR, pois mesmo os sensores ativos, como os radares, necessitam da radiação solar para manter suas reservas de energia, necessárias ao funcionamento dos equipamentos e permanência em órbita da Terra. Os sensores basicamente registram a radiação eletromagnética, o que faz com que as imagens de SR não dependam apenas da qualidade dos sensores, mas também da qualidade e intensidade das fontes

de REM.

A diferença no comprimento de onda da energia eletromagnética está diretamente relacionada com a quantidade de energia que a onda carrega, diferenciando, assim, as formas de radiação, podendo-se afirmar que quanto menor o comprimento de onda da radiação, maior é a sua energia (NOVO, 1989).

O espectro de Radiação Eletromagnética apresentado na Figura 5, pode ser definido como o conjunto de ondas eletromagnéticas de todas as frequências possíveis, sendo a radiação dividida em regiões de acordo com seu comprimento e frequência.

Figura 5 – Espectro eletromagnético



Fonte: Adaptado de Portugal (2007).

4.6 Processamento e Classificação de Imagens Digitais

O processamento de imagens digitais abrange técnicas como: pré-processamento, realce e classificação (LILLESAND; KIEFER, 1994). O pré-processamento objetiva a retificação das distorções da imagem que se originam durante o processo de aquisição de dados (correção geométrica e radiométrica das imagens, correção dos efeitos atmosféricos e eliminação dos ruídos); o realce de imagens visa melhorar a qualidade visual das imagens, por meio do aumento da distinção entre as características de cada cena. Essa técnica abrange a manipulação de contraste, filtros, e a integração de bandas, no qual destaca os objetos de interesse ou reduz a dimensão dos dados para posterior classificação; e por último, a técnica da classificação direciona ao mapeamento ou ao reconhecimento de características da superfície terrestre, atribuindo *pixels* de uma imagem a determinadas classes, por meio de um processo de decisão. É no procedimento de classificação que se faz o treinamento do programa computacional para

reconhecimento das classes de interesse. O treinamento poder ser realizado de maneira supervisionada ou não supervisionada.

As técnicas de classificação digital implicam na implementação de um processo computacional de decisão que atribui certos conjuntos de pontos ou *pixels* de uma imagem a uma determinada classe (NOVO, 1992). Para Lillesand e Kiefer (1994), o objetivo das técnicas de classificação é categorizar todos os *pixels* de uma imagem digital dentro de uma das várias classes de cobertura da terra, ou temas. Com a categorização destes dados, podem-se produzir mapas temáticos, além de adquirir resumos de dados estatísticos sobre as áreas de interesse cobertas por diferentes tipos solos.

As técnicas de classificação mais utilizadas subdividem-se em supervisionada e não-supervisionada. Na classificação supervisionada, o usuário identifica alguns dos *pixels* pertencentes às classes desejadas (formando a área de treinamento) e o *software* localiza todos os demais *pixels* pertencentes àquelas classes, baseado em alguma regra estatística pré-estabelecida (CRÓSTA, 1992). Os algoritmos de classificação supervisionada são: Distância Mínima, Distância Mahalanobis, Distância de Bhattacharya, Máxima Verossimilhança, Método Paralelepípedo e Método *Spectral Angle Mapper* (AMARAL et al., 2009; CORREIA et al., 2007; CRÓSTA, 2002; RIBEIRO et al., 2007; VIEIRA JUNIOR, 2011; ZANETTI et al., 2017).

Na classificação não-supervisionada, o usuário irá utilizar um algoritmo computacional que fará o reconhecimento das classes presentes na imagem, ou seja, localizar os agrupamentos de *pixels* a partir de amostras heterogêneas. O algoritmo utilizado na classificação não-supervisionada, é denominado de *clustering* ou algoritmo de agrupamento, sendo os algoritmos mais utilizados: *K-means* e ISODATA. Este algoritmo assume que cada agrupamento representa a distribuição de probabilidade para uma classe.

Para Campbell (1996), o processo de classificação supervisionada de imagens apresenta vantagens e desvantagens. A principal vantagem desta técnica, é que o analista tem maior controle sobre o processo de classificação, identificando e reduzindo possíveis imprecisões ocorridas durante o treinamento. A principal desvantagem, é que o analista por meio de uma predefinição das classes de informação, pode impor uma determinada estrutura de classificação aos dados que podem não corresponder às classes reais existentes na cena imageada ou no espaço dimensionado.

Já na classificação não-supervisionada, a principal vantagem é que o usuário não precisa de reconhecimento prévio da área de estudo e a desvantagem é que há pouco controle no processo de determinação e separação das classes.

4.6.1. *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP)

O *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) é um complemento desenvolvido para o *software* QGIS que possibilita a classificação pixel a pixel semi-automática ou supervisionada de imagens, capturadas por diversos sensores/satélites.

As ferramentas disponíveis realizam o pré-processamento de imagens, o pós-processamento de classificações e álgebras de mapas. Com o plugin SCP no QGIS é possível criar áreas amostrais de forma rápida, denominadas de ROIs (*Regions of Interest*), as quais são salvas em formato shape. As assinaturas espectrais são calculadas automaticamente e podem ser visualizadas graficamente no histograma. Também podem ser calculadas as distâncias espectrais entre as assinaturas (QGIS BRASIL, 2015).

5 MATERIAL E MÉTODOS

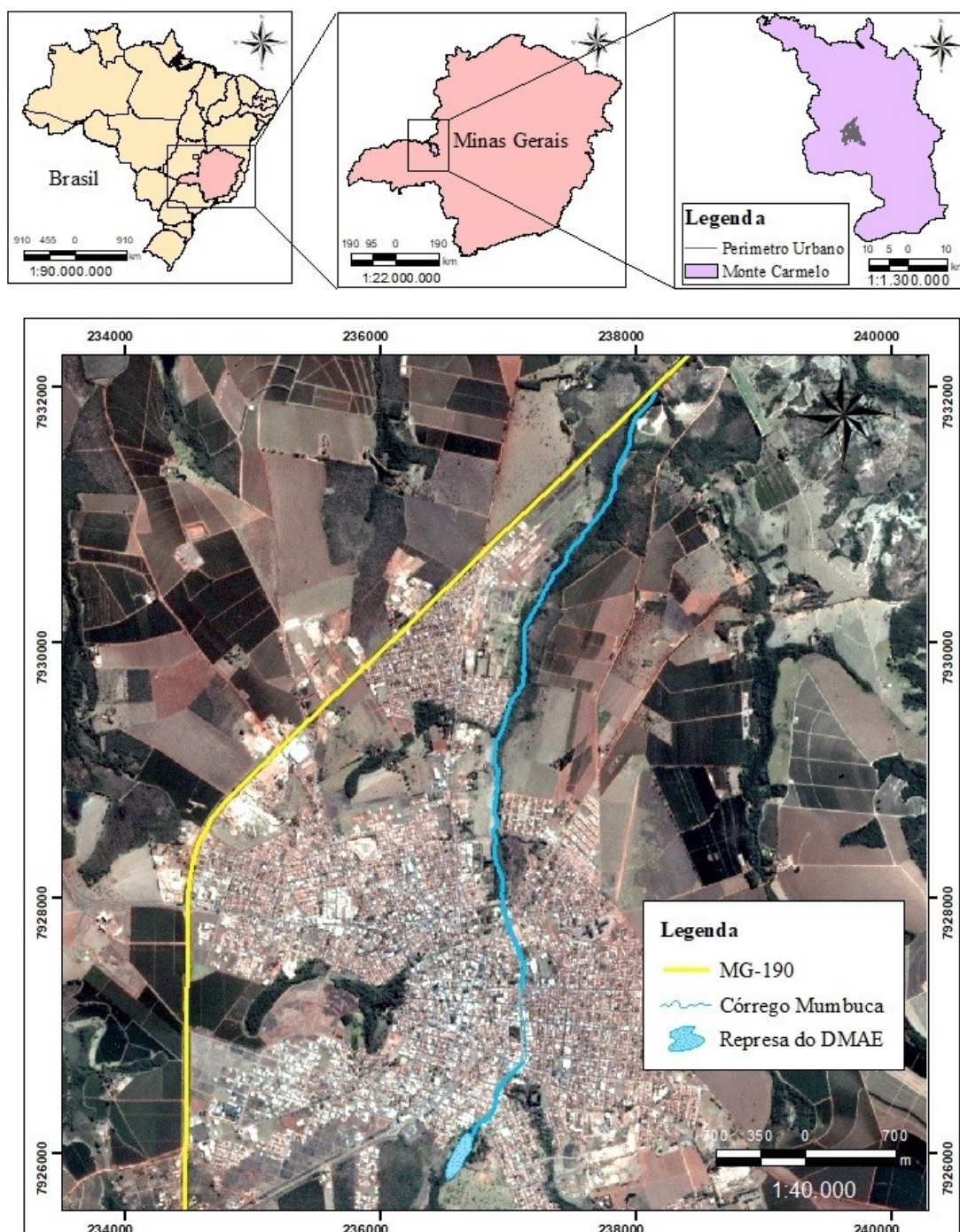
5.1 Área de Estudo

O município de Monte Carmelo está localizado na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o município possui uma população de 45.772,00 habitantes, distribuídos numa área territorial municipal de 1.343,035 km² e densidade populacional de 34,08 hab./km². A principal atividade econômica do município está ligada a fabricação de telhas e tijolos e cultivo de café.

A área urbana de Monte Carmelo é drenada pelo Córrego Mumbuca, que abrange os setores Sudeste, Leste e Nordeste da cidade, e pelo Córrego Olaria, localizado nos setores Sudoeste e Nordeste. O objeto de estudo deste trabalho será o trecho urbano do Córrego Mumbuca, como a Figura 6. O Córrego Mumbuca possui aproximadamente 6,400 km de extensão, e é o corpo hídrico que mais sofre com a falta de planejamento urbano e conservação ambiental, pois recebe a maior parte dos rejeitos provenientes do esgoto urbano e descarte de lixo e entulho por parte da população.

Figura 6 – Mapa de localização do trecho urbano do Córrego Mumbuca

Mapa de localização do trecho urbano do Córrego Mumbuca



Sistema de Referência e Sistema de Projeção: SIRGAS 2000 - UTM
 Elaborado por: ALVES, A. C. R. (2020)
 Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015);
 Planet (2019) - Composição RGB (3,2,1).

Fonte: A autora (2020).

O trecho urbano do córrego apresenta regiões com contenção em suas margens, que servem para garantir melhorias tanto na estabilidade do solo, evitando erosões e movimentação de terra, além de favorecer o crescimento de cobertura vegetal, como mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Trecho urbano do Córrego Mumbuca com contenção de margens



Fonte: A autora (2020).

Outras partes do trecho não possuem esta contenção em suas margens, como mostra a Figura 8

Figura 8 – Trecho urbano do Córrego Mumbuca sem contenção de margens



Fonte: A autora (2020).

E em outras regiões do trecho, o córrego foi canalizado está abaixo da pavimentação das ruas, isso aumenta a vertiginosidade e a velocidade do escoamento da água do rio, e transforma o ambiente em algo artificial, impossibilitando a existências de formas de vida

(fauna e flora) que ocupam os ecossistemas fluviais, como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Trecho urbano do Córrego Mumbuca canalizado e subterrâneo



Fonte: Street View (2020).

5.2 Material

Para realização desta pesquisa foram utilizados *softwares*, bases dados cartográficos digitais, equipamentos para levantamento geodésico, além da busca de informações na literatura.

Os dados estão descritos na sequência:

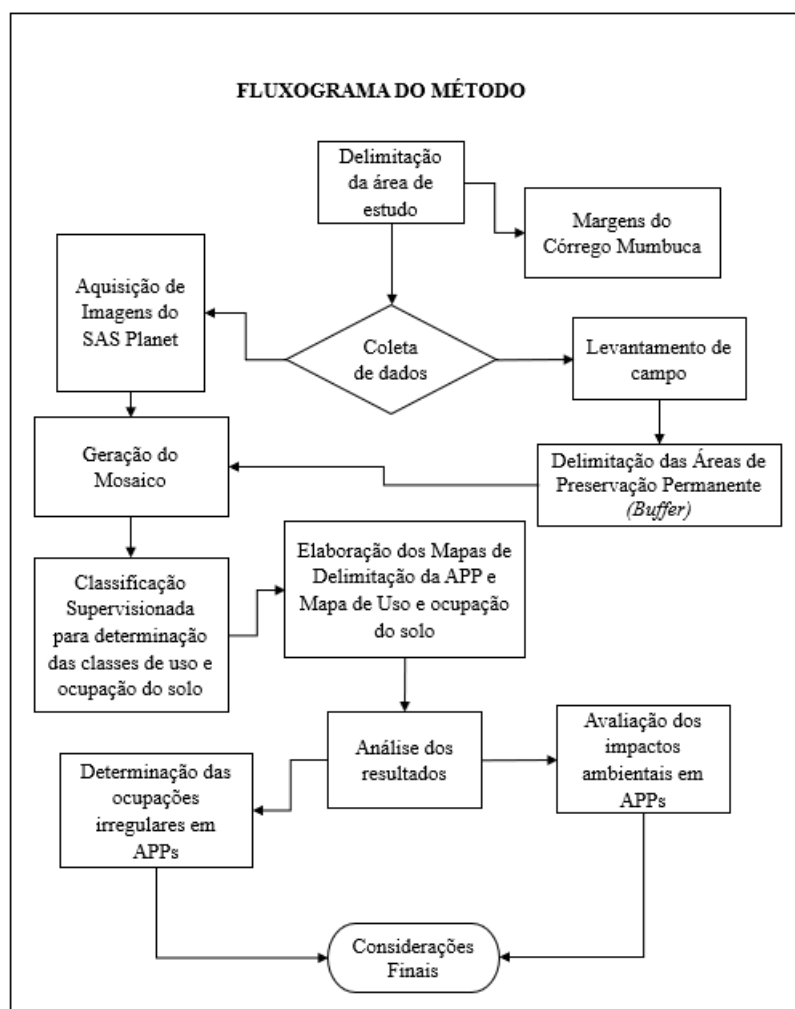
- ✓ Arquivo de dados vetoriais (hidrografia, divisões administrativas do território brasileiro e seus municípios, etc), fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do ano de 2015;
- ✓ Imagem orbital do Satélite *PlanetScope* do ano de 2019, fornecida pelo *Planet*, resolução espacial de 5m, composição RGB;
- ✓ *Software* livre SAS Planet para obtenção das imagens de alta resolução do Satélite *PlanetScope* do ano de 2020, com resolução espacial de 0,57m, composição RGB;
- ✓ *Software* ArcGIS Desktop 10, disponibilizado pelo Laboratório de SIG e Geoprocessamento (SIGEO) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) – Campus Monte Carmelo;
- ✓ *Software* livre QGIS Desktop 2.18;
- ✓ *Software* livre Google Earth Pro;

- ✓ *Software* AutoCAD 2021 versão estudantil;
- ✓ Dois receptores GNSS Topcon Hiper V;
- ✓ Acessórios básicos de apoio topográfico (tripé, bastão, base nivelante, trena etc);
- ✓ *Software* Topcon Tools para pós-processamento dos dados obtidos no levantamento de campo, disponibilizado pelo Laboratório de Topografia e Geodésia (LTGEO) da UFU – Campus Monte Carmelo;

5.3 Métodos

O processo metodológico abordado nesta pesquisa é apresentado na Figura 10. O processo metodológico consiste na etapa fundamental de uma pesquisa, pois serve de instrumento de planejamento, além de esclarecer como o problema foi abordado.

Figura 10 – Elaboração sistemática para execução do trabalho



Fonte: A autora (2020).

5.3.1 Georreferenciamento das margens do córrego

Para estipular o tamanho da largura das APPs, foi preciso realizar o trabalho de campo para reconhecimento visual da área a ser levantada, afim de realizar a coleta das coordenadas que compõem as margens do Córrego Mumbuca. Para a realização do levantamento das margens do córrego, foi utilizado dois receptores GNSS Topcon Hiper V, e método de posicionamento RTK (*Real Time Kinematic*). As coordenadas geográficas utilizadas como base no levantamento, foram processados usando o método estático, e adotou-se a estação da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC (MGMT – Monte Carmelo)) como ponto de controle geodésico. Após o processamento dos dados, estes foram descarregados em formato *.dwg* e *.txt* (APÊNDICE A).

Com a utilização do *software* AutoCAD, os pontos (coordenadas geográficas) obtidos no levantamento foram ligados a partir da ferramenta *polyline*, gerando um arquivo do tipo linha que compreende as margens do Córrego Mumbuca. Com uso do *software* QGIS, este arquivo foi convertido para o formato *shapefile*, que foi utilizado como ponto de controle para o georreferenciamento das imagens de satélite. Posteriormente, com o auxílio do *software* AutoCAD, foi gerado um arquivo do tipo polígono que compreende o perímetro das margens do Córrego Mumbuca e no *software* QGIS, o arquivo foi convertido para formato *shapefile*.

5.3.2 Criação do Mosaico

Para a confecção do mosaico do perímetro urbano da cidade de Monte Carmelo, foram descarregadas várias imagens em alta resolução do ano de 2020, com o auxílio do *software* SAS Planet. Foram obtidas as imagens de satélite *PlanetScope*, capturadas com resolução espacial de 0,57m/pixel e composição RGB, e salvas no formato *.TIFF*.

No *software* QGIS o mosaico foi gerado unindo todas as imagens de alta resolução obtidas pelo SAS Planet e georreferenciado utilizando como referência espacial o arquivo *shapefile* do Córrego Mumbuca.

5.3.3 Delimitação de Área de Preservação Permanente (APP)

Para a delimitação de APP do córrego Mumbuca, foi utilizado a ferramenta “*buffer*”, que cria uma região em torno de um elemento do mapa (pontos, linhas ou polígonos), com uma

determinada distância, para fazer análise de proximidade de outros elementos. A dimensão do *buffer* adotada, foi em conformidade com a faixa de preservação permanente adotada pelo Código Florestal/Lei (12651/2012), sendo que esta varia de acordo com a largura do curso d'água.

O córrego Mumbuca possui diversas medidas em relação à sua largura, sendo menor que 10 m por toda sua extensão. De acordo com o Código Florestal, as faixas marginais de qualquer curso d'água natural ou perene, com menos de 10,00 m de largura, deve respeitar faixa de preservação de 30,00 m para cada margem. Com isso, a partir do *software* QGIS, foi realizado um *buffer* de 30,00 m no arquivo de polígono que contém o perímetro das margens da área de estudo.

5.3.4 Classificação supervisionada e mapeamento das ocupações ao longo da APP

Para realizar o mapeamento das ocupações irregulares na APP, foi utilizado a imagem de satélite de alta resolução obtida por meio do processo de mosaicagem, sobreposta ao *buffer* de 30,00 m gerado para delimitação da APP. A partir desta sobreposição, foi feito o recorte da imagem, extraindo apenas a área compreendida pela faixa de preservação.

Com o auxílio do *software* QGIS, foi realizada a classificação supervisionada com o *plugin* SCP, apenas na imagem extraída pelo *buffer* de 30,00 m, utilizando técnica de interpretação visual de imagem de satélite, que atribuiu as seguintes classes de treinamento: Vegetação, Uso Urbano e Água. Assim, a classe de Vegetação compreende a toda a vegetação arbórea e gramíneas. A classe de Uso Urbano compreende as áreas e edificações de uso urbano, como construções e pavimentação. A classe Água compreende o fluxo de drenagem do córrego. Os dados da classificação supervisionada foram salvos no formato *.TIFF* e *shapefile*.

Após tratamento desses dados, foi realizado a confecção do layout dos Mapas de Delimitação da APP e Mapa de Uso e Ocupação do Solo, afim de avaliar as ocupações que estejam em desacordo ao estipulado pela legislação ambiental e apontar os principais impactos ambientais decorrentes dessa forma de ocupação.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Delimitação da APP

A delimitação da APP conforme o Código Florestal/Lei (12651/2012), possibilitou o mapeamento da área de preservação ambiental do Córrego Mumbuca e a delimitação da sua área dentro do perímetro urbano. O mapeamento identificou que a APP compreende 0,434 km², correspondendo a 1,54% da área total urbana do município de Monte Carmelo (28,20 km²), como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Medidas do Trecho do Córrego Mumbuca

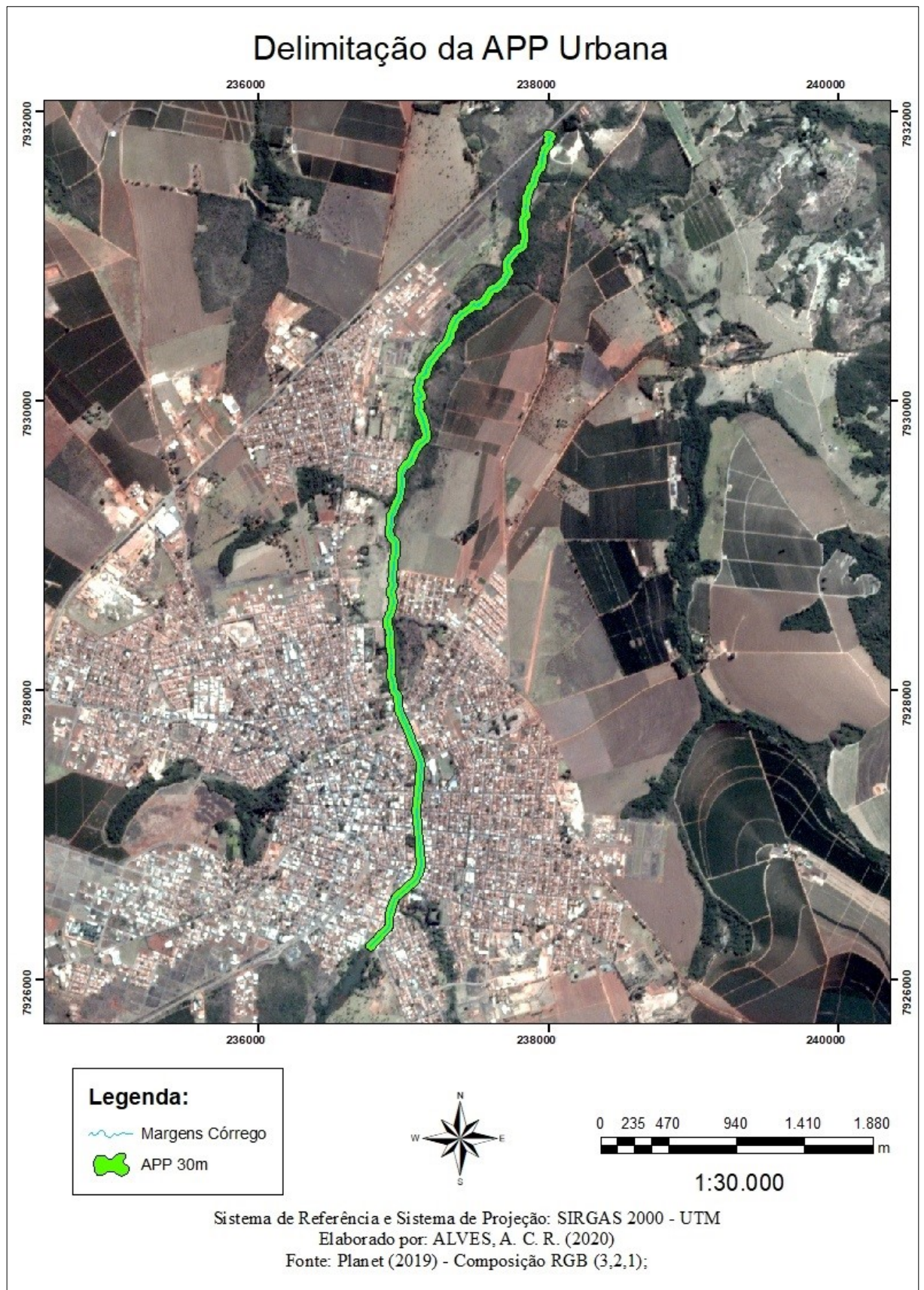
Trecho Urbano				
Delimitações	Extensão (km)	Área (m ²)	Área (km ²)	%
APP (Buffer 30 m)	6,460	434.049,000	0,434	1,540
Perímetro Urbano	24,800	28.184.596,000	28,20	98,460

Fonte: A autora (2020).

O mosaico de imagens confeccionado para extração da APP por si só já representa um produto cartográfico relevante, pois a cidade de Monte Carmelo, atualmente, não possui imageamento com resolução espacial de 57 cm para toda sua extensão urbana. A quantidade e a qualidade das informações que podem ser obtidas a partir do mosaico são inúmeras, servindo de base para ações mitigatórias da qualidade de vida da população nos âmbitos social, econômico e ambiental.

Em análise visual da APP, verificou-se que em alguns trechos do córrego Mumbuca a largura da faixa de preservação deveria ser maior que 30 m a fim de abranger a área úmida que ele ocupa. É o que se vê indicado por uma seta vermelha na figura 11, que mostra o fim do trecho canalizado do córrego na área urbana. Essa umidade pode estar relacionada com o nível freático do córrego, que varia nas estações seca e chuvosa do ano, mas que não deve ser ocupada para que não haja contaminação do solo e da água. Trata-se da área do leito do córrego e deve estar sob proteção permanente. Entretanto, conceitual e tecnicamente, a determinação de áreas úmidas enfrenta conflitos por não haver clareza na legislação em termos

Figura 12 – Mapa de Delimitação da APP do Córrego



Fonte: A autora (2020).

6.2 Determinação dos trechos de APP

Para uma melhor visualização e estudo da área da APP, separou-se todo o trecho urbano da APP em Trecho 1 e Trecho 2, como mostra a Figura 13.

Figura 13 – Mapa de delimitação da APP por trechos



Fonte: A autora (2020).

O Trecho 1 da APP possui extensão de 2,028 km e área de 0,138 km² e compreende o

trecho do Córrego Mumbuca que passa pelo centro da cidade. Inicia-se logo abaixo do Reservatório de Captação de Água do Departamento de Água e Esgotos (DMAE) localizado na Rua Matusalém Cardoso, passando pela região central da cidade de Monte Carmelo (Rua Inglaterra, Avenida Marginal, Avenida Braulino Martins Mundim e encerrando próximo ao cruzamento entre a Rua Tito Fulgêncio e terminando nas coordenadas (Latitude: 18°44'20,41"S; Longitude: 47°29'48,25"O), onde a vegetação em torno das margens do Córrego Mumbuca se torna bastante densa e de difícil acesso.

O Trecho 2 da APP possui extensão de 4,432 km, inicia nas coordenadas (Latitude: 18°43'21,83"S; Longitude: 47°29'41,16"O) e termina nas coordenadas (Latitude: 18°41'17,06"S; 47°29'3.87"O) situadas cruzando a Rodovia MG-190.

A Tabela 2 apresenta as medidas da área de preservação ambiental do Córrego Mumbuca em cada trecho.

Tabela 2 – Medidas dos Trechos do Córrego Mumbuca

	Trecho 1			Trecho 2		
	Extensão (km)	Área (m ²)	Área (km ²)	Extensão (km)	Área (m ²)	Área (km ²)
APP (Buffer 30 m)	2,028	137.082,000	0,138	4,432	296.967,000	0,297

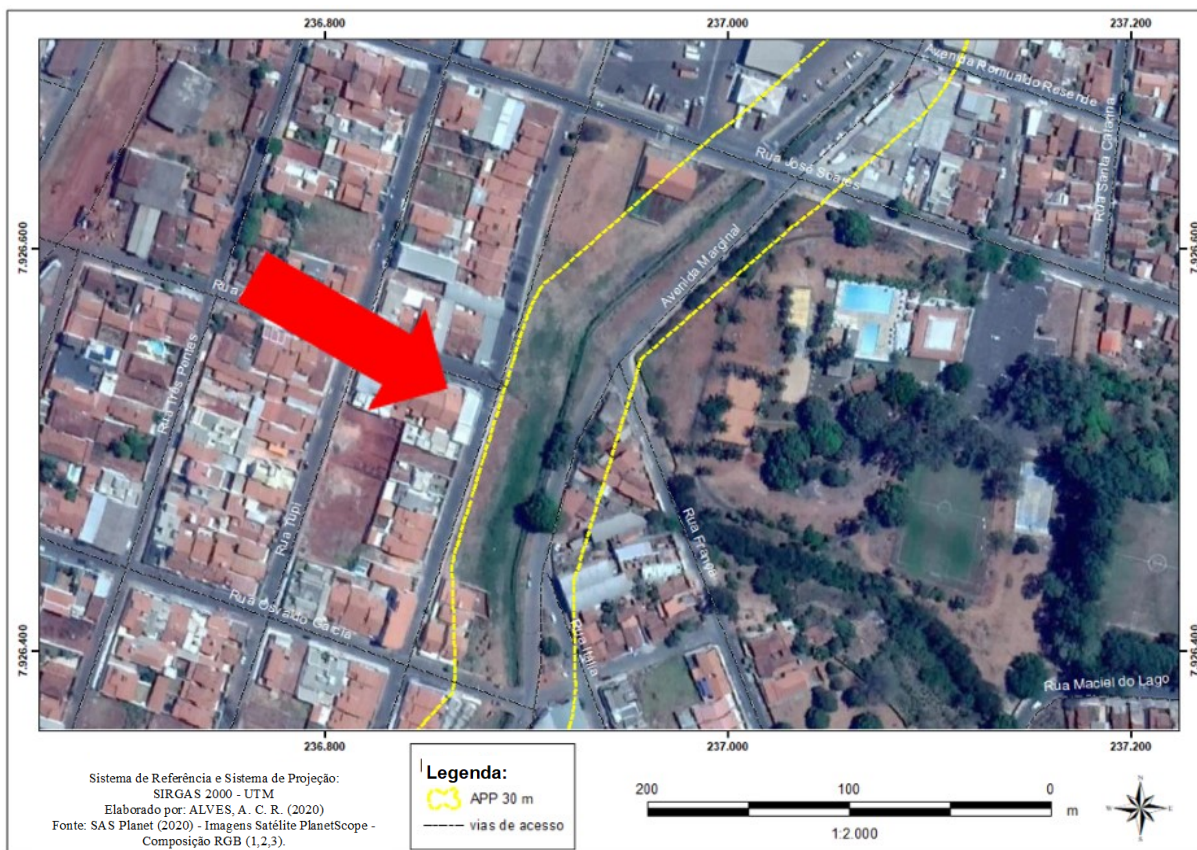
Fonte: A autora (2020).

6.3 Caracterização da APP

O Trecho 1 da APP é caracterizado por intensa urbanização em ambos os lados do córrego Mumbuca. Desde seu início, na lagoa do DMAE, notou-se que não há faixa mínima de distanciamento do leito do córrego até onde se instalaram edificações. Não há também presença de vegetação nativa e as vias de acesso são asfaltadas. As poucas áreas de solo exposto apresentam sinais de compactação e estão em lotes cujas adjacências são ocupadas por edificações de alvenaria. Algumas árvores são vistas na paisagem ao longo do canal. As vias de acesso transversais ao córrego são oriundas de obras de engenharia (pontes ou

galeria pluvial). Neste trecho não se vê manchas de solo úmidas, com exceção da área mostrada na figura 14 (seta vermelha).

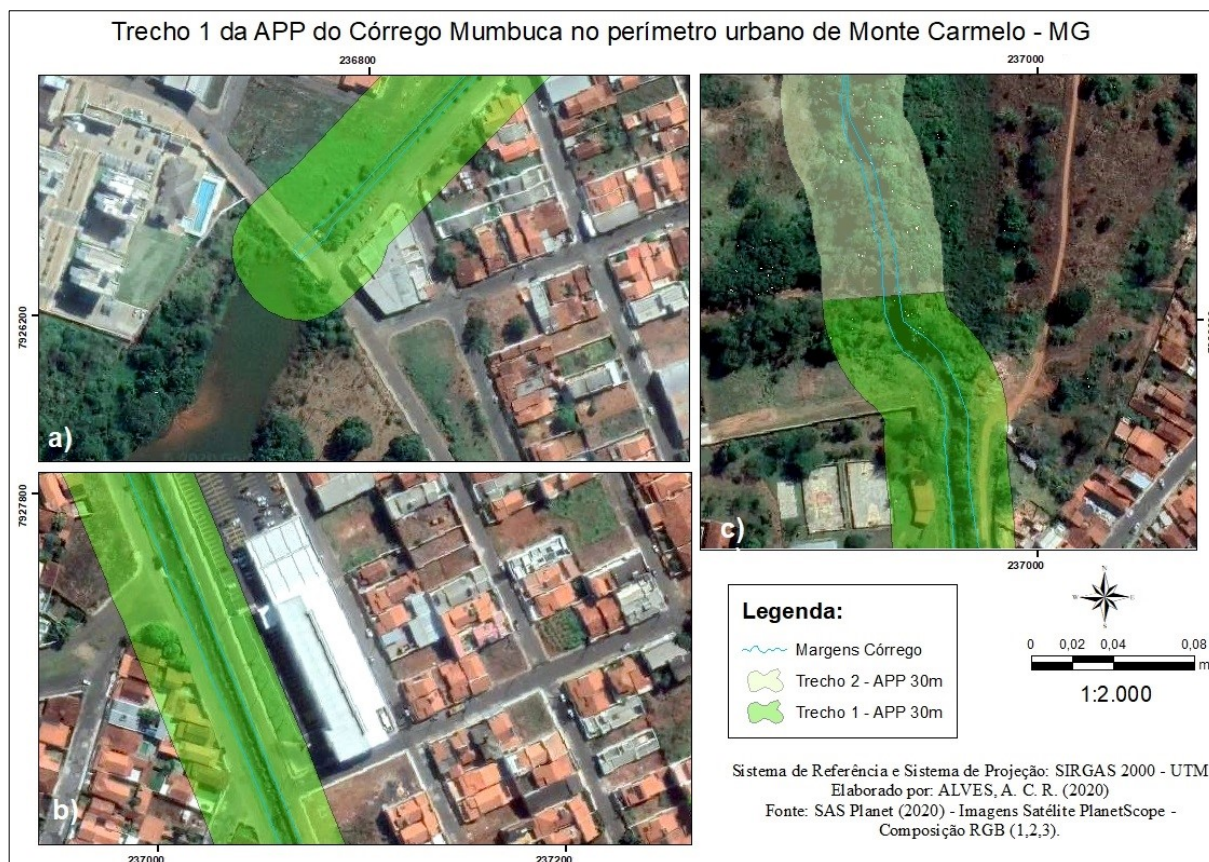
Figura 14 – Área úmida no trecho urbano do córrego Mumbuca.



Fonte: A autora (2020).

A Figura 15, apresenta uma ampliação dos dados obtidos após a delimitação da APP do Trecho 1 com faixa de preservação de 30,00 m em cada margem, e permite assim, uma melhor visualização e estudo do intenso uso da área próxima as margens do corpo hídrico.

Figura 15 – Ampliação no Trecho 1 da APP



Fonte: A autora (2020).

Pôde-se verificar intenso uso da APP urbana no Córrego Mumbuca para fins urbanos, com grandes mudanças devido a ocupação e construção urbana em suas margens. Um problema de grande importância, ocasionado devido ao uso intensivo do solo para fins urbanos, é a impermeabilização do solo, que não permite a absorção das águas pluviais, e como consequência, quando ocorre um aumento no volume de água advindo de chuvas intensas, pode ocasionar alagamentos às margens dos corpos hídricos, ocasionando inundações.

Outro problema é a falta de planejamento urbano, além do descarte indevido de esgoto, lançado sem nenhum tratamento, trazendo prejuízos a preservação ambiental, como o assoreamentos do leito dos corpos hídricos, o desenvolvimento de vetores, a grande produção de matéria orgânica, o forte odor proveniente da água contaminada, além de comprometer a qualidade da água disponível para a população, como mostra as Figuras 16, 17, 18 e 19.

De acordo com o PMSB (Plano Municipal de Saneamento Básico) de Monte Carmelo (2013), o Sistema de Esgotamento Sanitário de Monte Carmelo atende a 96% da população urbana da sede do município e somente dois bairros não possuem rede coletora de esgoto. Cerca

de 50% do esgoto produzido na cidade de Monte Carmelo ainda é descartado em cursos d'água, por não existir redes interceptadoras que transportem esse efluente até a ETE da cidade.

As fotos mostradas nessa sequência foram tomadas *in locu*.

A figura 16 situa-se na Rua Alferes Euzébio com a Av. Braulino Martins Mundim, próximo ao Atacadão Bahamas, e mostra o lançamento de esgoto não tratado diretamente no córrego Mumbuca por um cano branco de PVC na parte inferior da foto. Não obstante a isso, há presença de vegetação possivelmente em decorrência da concentração de matéria orgânica nas bordas do canal que cresce sem controle em solo depositado por transporte hídrico.

Figura 16 – Lançamento de esgoto sem tratamento no Córrego Mumbuca



Fonte: A autora (2020).

Na figura 17, situada na Av. da Saudade com a Avenida Braulino Martins Mundim, próximo à Copermonte, a galeria pluvial que abraça o córrego Mumbuca apresenta-se fechada. Também há presença de vegetação, acúmulo de solo carreado e pedaços de concreto. A presença desses materiais contribui negativamente para o escoamento do canal, incrementando a presença de entulho e vetores.

Figura 17 – As margens do Córrego apresentam forte odor



Fonte: A autora (2020).

A figura 18 mostra o que parece ser o reforço da parede lateral do canal. O solo contido pela parede está solto e fofo, possivelmente por ter sofrido erosão.

Figura 18 – Descarte de Resíduos de Construção Civil



Fonte: A autora (2020).

Nas proximidades do bairro Residencial Dona Quita e Residencial Jundiaí e próximo ao Atacadão Bahamas, na margem do córrego é possível ver uma área de descarte de lixo. É o que mostra a figura 19. Além do lixo, a área apresenta sinais de supressão da vegetação em detrimento do crescimento do depósito dejetos.

Figura 19 – Descarte de lixo e entulho



Fonte: A autora (2020).

As medidas a serem adotadas para a recuperação das margens do córrego, estão relacionadas a necessidade ao investimento de políticas públicas de planejamento (Zoneamento Ambiental, Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), Modelagem, Educação Ambiental), aplicação e fiscalização das legislações pertinentes, contribuição para melhorar a qualidade da água e do ambiente em que vivemos.

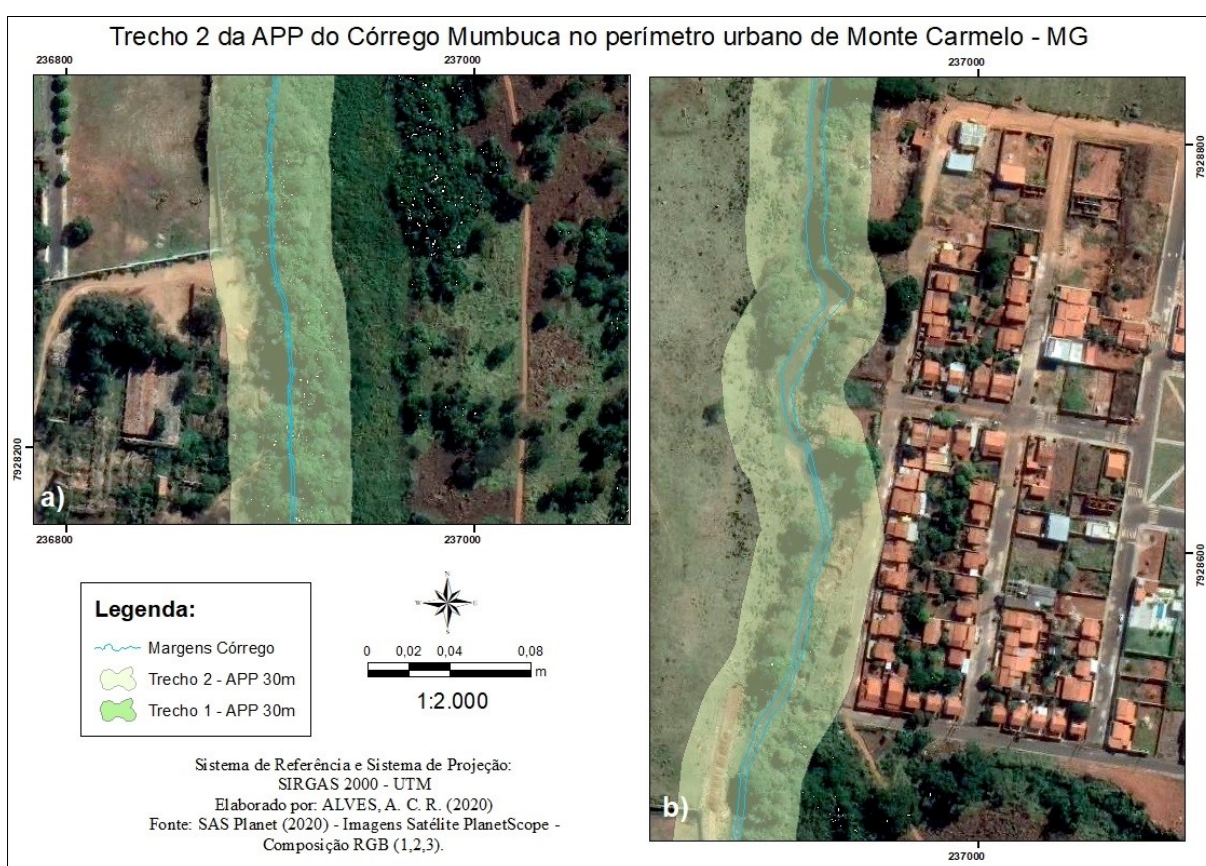
É preciso a conscientização da população, afim de evitar o descarte de maneira inadequada de resíduos nas margens do córrego como lixo, entulhos, restos de construção civil, animais mortos, móveis quebrados, pneus, árvores cortadas, entre outros, que poluem e que se não são tratados. Tais problemas podem ser minimizados por meio de medidas educacionais por parte dos gestores municipais, que passem a implementar políticas públicas de educação nas escolas e para todos os cidadãos Carmelitanos sobre a importância da preservação das APPs, bem como medidas punitivas de acordo com as legislações ambientais existentes. Além de se tratar de um problema cultural e de necessidade de educação ambiental da população, causar em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora pode ser considerado crime de acordo com a Lei dos Crimes Ambientais (Lei 9605/1998).

No Plano Diretor Municipal de Monte Carmelo, possui a existência de projetos de recuperação das margens do Córregos Mumbuca e propostas que possam atenuar os impactos ambientais causados no município, como a canalização ambientalmente adequada do córrego Mumbuca, ajudando na conservação da Área de Preservação Permanente (APP) afetados pelo lançamento de resíduos poluentes.

A coleta seletiva diária realizada pela prefeitura, também é outra opção para minimizar o descarte de material reciclável em geral, evitando que sejam jogadas as margens do Córrego Mumbuca. Neste mesmo sentido se inclui a ampliação da rede coletora de esgotos do município com o aumento do percentual do esgoto encaminhado à Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), reduzindo o descarte de águas residuárias sem tratamento.

A Figura 20, apresentada uma ampliação dos dados obtidos após a delimitação da APP do Trecho 2.

Figura 17 – Ampliação no Trecho 2 da APP



Fonte: A autora (2020).

Nesse trecho a malha urbana começa a ralar e a afastar-se das margens do córrego. Entre os bairros Lambari e Vila Dourada pode-se observar a presença de vegetação rasteira e de médio porte e a área úmida amplia-se sem ter sido suprimida pela cidade. Estes bairros têm algumas quadras tangenciando a APP, mas encontra-se em situação mais favorável à preservação que os bairros no Trecho 1.

Pode-se constatar que este trecho apresenta uma fração muito pequena de ocupações irregulares na faixa de preservação ambiental das APP, e determina uma grande presença de

vegetação nativa, como árvores, gramíneas e vegetação rasteira, mantendo suas características naturais e permitindo melhor escoamento e infiltração da água no solo.

6.4 Análise do uso e ocupação do solo

A classificação supervisionada definiu as classes como sendo: Vegetação, Uso Urbano e Água. A classe de Vegetação que compreende a vegetação arbórea, vegetação rasteira e gramíneas, apresentou área de 0,279 km² e corresponde a 64,313% da APP. A classe de Uso Urbano que compreende as áreas urbanas com construções (imóveis domiciliares, imóveis comerciais, galpões, praças, áreas de lazer construídas) apresentou área de 0,096 km², o que corresponde a 22,253% da APP. A Classe Água, apresentou área de 0,058 km², o que corresponde a 13,434% da APP, como mostra a Tabela 3.

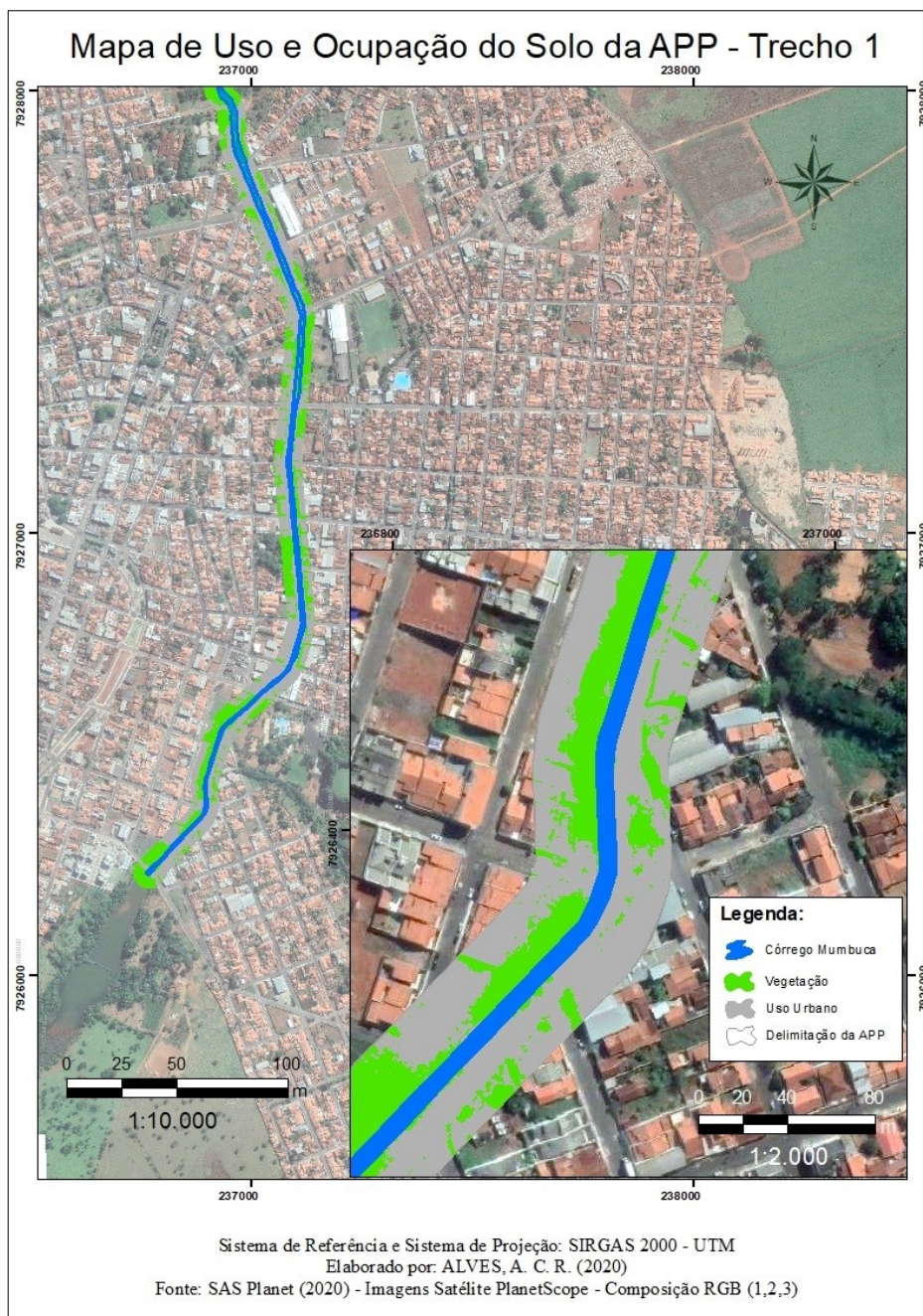
Tabela 3 – Uso e ocupação do solo da APP

Classes	Área (km²)	Área (m²)	(%)
Vegetação	0,279	279.262,700	64,313
Uso Urbano	0,096	96.433,000	22,253
Água	0,058	58.353,300	13,434

Fonte: A autora (2020).

O mapeamento do uso e cobertura do solo urbana com ênfase nas APPs, permite a análise de campo, a identificação e a verificação dos usos do solo ao longo dos cursos hídricos. A partir do Mapa de uso e ocupação do solo pode-se monitorar os prováveis impactos ambientais, principalmente em áreas de preservação ambiental. O conhecimento do uso do solo permite implementar medidas de preservação e manutenção da APP, além de assegurar uma melhor gestão do ambiente. A figura 21 apresenta o Mapa de uso e ocupação do solo no Trecho 1 da APP.

Figura 21 – Mapa de Uso e Ocupação do solo da APP – Trecho 1



Fonte: A autora (2020).

No Trecho 1, a classe de Vegetação apresentou área de 0,026 km² e corresponde a 6,109% da APP, sendo inferior aos dados obtidos pela classe de Uso Urbano, que apresentou área de 0,091 km², o que corresponde a 20,991% da APP. A Classe Água, apresentou área de 0,019 km², o que corresponde a 4,508% da APP. O trecho 1 do córrego Mumbuca indica que 20,991% da APP está comprometida com ocupações irregulares.

No Trecho 2, a classe de Vegetação apresentou área de 0,253 km² e corresponde a 58,190%

da APP, sendo superior aos dados obtidos pela classe de Uso Urbano, que apresentou área de 0,005 km², o que corresponde a 1,259% da APP. A Classe Água, apresentou área de 0,038 km², o que corresponde a 8,926% da APP, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Uso e ocupação do solo nos trechos

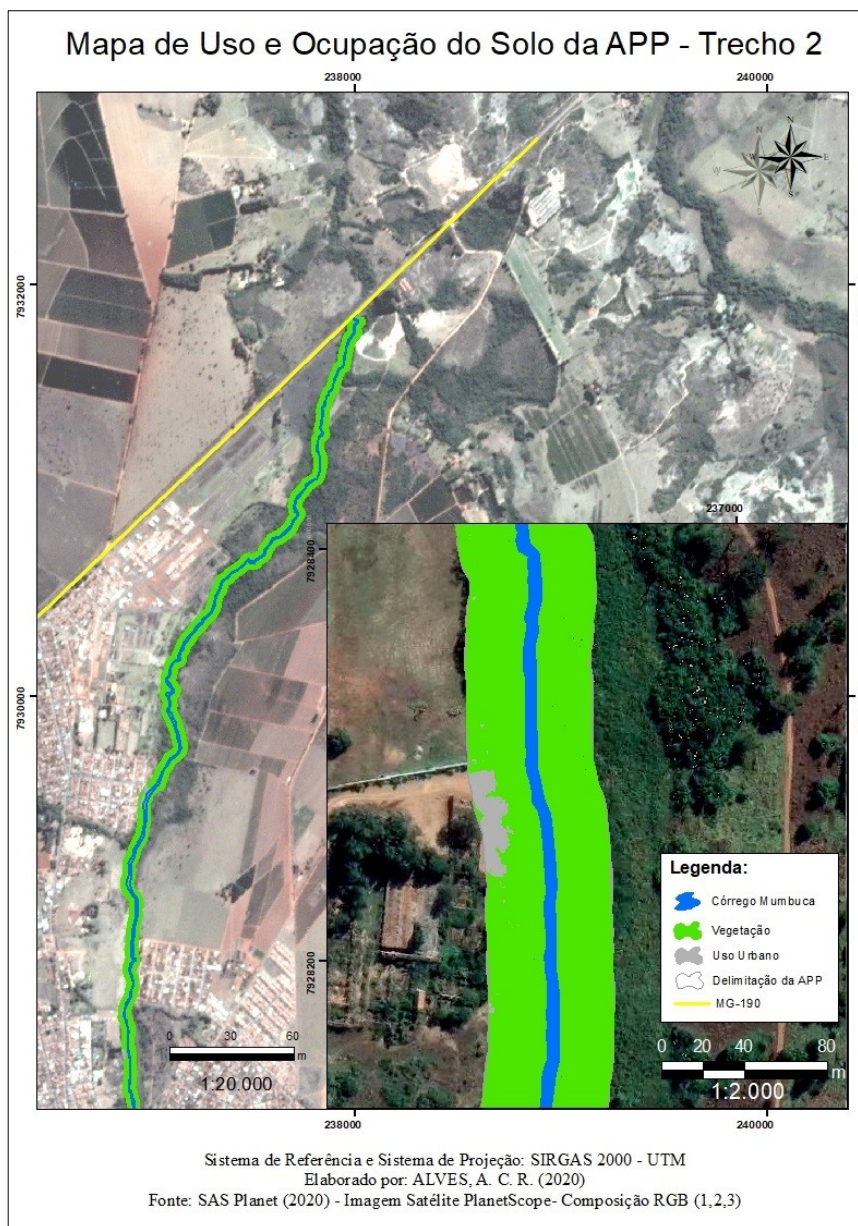
	Trecho 1			Trecho 2		
	Área (km ²)	Área (m ²)	%	Área (km ²)	Área (m ²)	%
Vegetação	0,026	26.534,557	6,109	0,253	252.728,143	58,190
Uso Urbano	0,091	90.964,300	20,991	0,005	5.468,700	1,259
Córrego (Água)	0,019	19.583,143	4,508	0,038	38.770,157	8,926

Fonte: A autora (2020).

De acordo com a tabela 4, o Trecho 2 da APP possui quase dez vezes mais área vegetada que o Trecho 1, que é 16 vezes mais urbanizado que o Trecho 2. E ambos os trechos têm uma relação de 1:1 quanto à área superficial da APP ocupada por água. Em linhas gerais, essas medidas matemáticas são diretrizes fundamentais tanto da situação atual da área de estudo, como do que deve ser feito para continuidade e manutenção das áreas preservadas. Também norteiam quais medidas de médio e longo prazo as autoridades municipais devem adotar para não ocupar as margens do córrego Mumbuca de forma irregular.

A figura 22 apresenta o Mapa de uso e ocupação do solo no Trecho 2 da APP, o que permite constatar que o Trecho 2, possui as melhores características de uso e ocupação solo, pois possui apenas 1,259% de áreas de uso urbano contidas dentro do perímetro da APP.

Figura 22 – Mapa de Uso e Ocupação do solo da APP – Trecho 2



Fonte: A autora (2020).

O Córrego Mumbuca tem orientação principal no sentido do eixo norte-sul e a cidade de Monte Carmelo se desenvolveu seguindo seu eixo longitudinal. Como a maioria das cidades brasileiras com população inferior a 50 mil habitantes, o sistema de coleta de esgoto não atende a 100% da população. O Trecho 1 da APP, por ter maior taxa de urbanização, contribui com maior vazão de dejetos residenciais depositados no córrego, ainda que este corte bairros centrais da cidade. Neste trecho, possivelmente não haverá mais taxa de crescimento longitudinal da cidade, mas transversal, sim, ao sul da mancha urbana. No extremo oeste, o bairro Alto Vilanova encontra-se em franco desenvolvimento. Já a leste da cidade, entre os bairros

Triângulo e do Carmo, a implantação de novo acesso viário ligou os bairros, propiciando instalação de novos empreendimentos imobiliários, ainda que entre esses bairros devesse existir uma APP para proteger um tributário do córrego Mumbuca. Esta parte da cidade já apresenta quadras implantadas, mas não loteadas.

Na porção noroeste da cidade, a instalação do campus da UFU trouxe grande impacto ambiental, social, econômico e imobiliário, com a criação dos bairros Cidade Jardim I e II. De fato, o próprio campus impactou a região, pois a área que ocupava estava fora do limite urbano, tendo sido agregado recentemente à malha urbana.

Como alguns lotes no Trecho 1 da APP ainda não foram ocupados, uma solução para incrementar a área de preservação seria transformar o uso de tais glebas em RPPNs (Reservas Particulares de Patrimônio Natural), que “é uma unidade de conservação de domínio privado e perpétuo, com objetivo de conservação da biodiversidade, sem que haja desapropriação ou alteração dos direitos de uso da propriedade, que pode ser criada em áreas rurais e urbanas, não havendo tamanho mínimo para seu estabelecimento”. Ou ainda, essas glebas poderiam ser transformadas em parques e áreas verdes e destinadas ao uso recreacional da população, adaptados a ciclovias, pistas de caminhada, de corrida e com equipamentos para prática de esportes (figura 23 a e b, setas em cor ciano).

Figura 23 – Áreas verdes potenciais na APP – Trecho 1



(a)



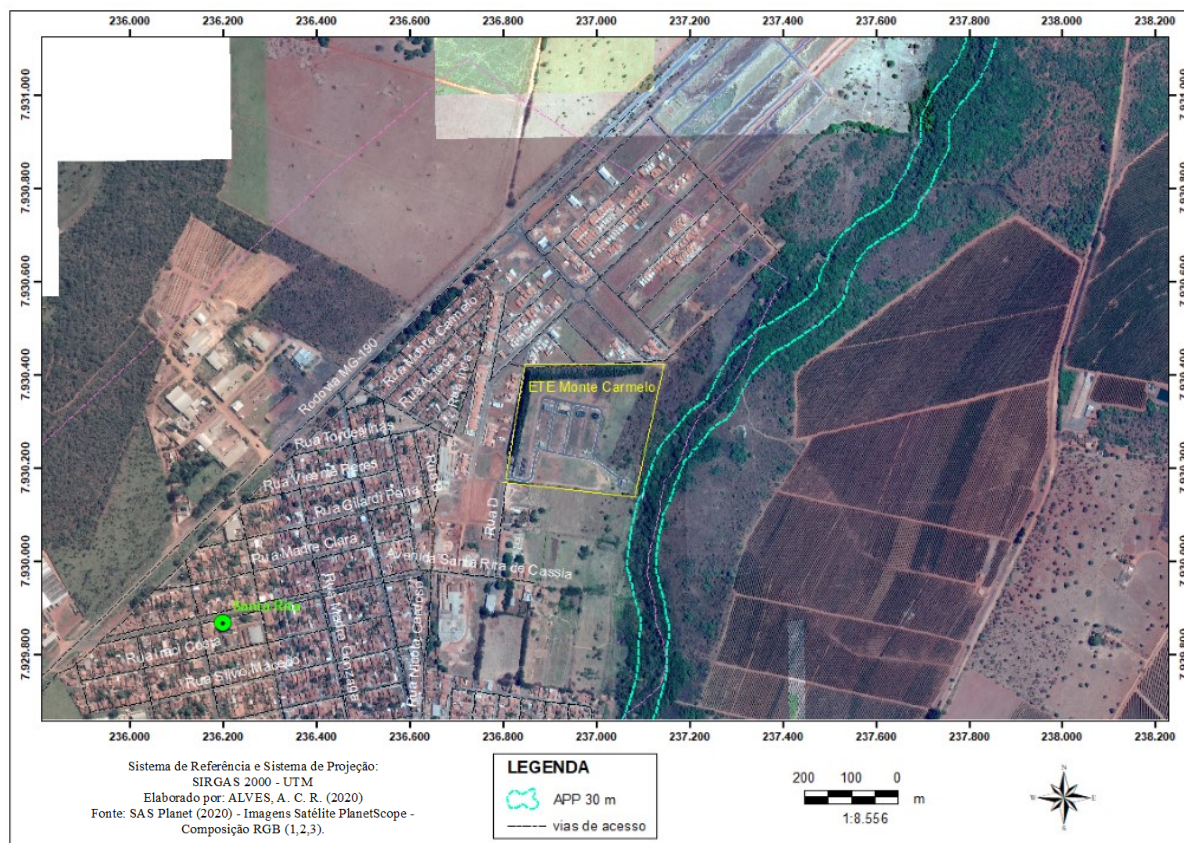
(b)

Fonte: A autora (2020).

No Trecho 2 da APP, como já mencionado, o Córrego Mumbuca tem maior chance de ter políticas públicas de preservação implementadas, pois não se encontra, em sua totalidade, estrangulado pelo uso e ocupação do solo. A toque de caixa, o poder público deve evitar quaisquer usos da área para fins industriais e imobiliários ou que gerem rejeitos e poluentes para o solo. O aumento da faixa de preservação para 50 m seria o ideal, pois alcançaria as áreas úmidas que são sazonalmente ocupadas pelo leito do córrego. O reflorestamento do trecho também traria mais diversidade biológica e conscientizaria população a não o usar como ‘lixão’.

A partir do bairro Santa Rita e indo na direção norte do município, o curso natural do córrego Mumbuca é utilizado como divisa da área urbana. Esta é uma premissa que pode dificultar a implantação de políticas públicas de preservação ambiental no trecho urbano do córrego. É nesta região da cidade que se localiza a ETE (estação de tratamento de esgoto), próximo às margens do Mumbuca. Após seu tratamento, a água tratada do esgoto recebido é devolvida ao corpo hídrico. De acordo com a figura 24, a ETE está quase dentro do Trecho 2 da APP. Os equipamentos e reservatórios da ETE podem trazer contaminação ao Mumbuca por proximidade. Se as tubulações apresentarem fissuras ao longo de seus anos de uso, pode haver vazamento de esgoto no solo e no lençol freático.

Figura 24 – ETE de Monte Carmelo no Trecho 2



Fonte: A autora (2020).

7 CONCLUSÃO

O presente estudo e projeto, visou contribuir com informações sobre o uso e ocupação do solo ao longo do trecho urbano do Córrego Mumbuca e sobre a legislação vigente que protege as áreas de preservação ambiental. O mapeamento permitiu avaliar as ocupações que infringiram as leis de uso e ocupação em APPs, e apontou as principais consequências ambientais advindas dessas formas de ocupação irregular do solo.

O Trecho 1 da APP, por ter maior taxa de urbanização, ou seja, 20,991% da APP está comprometida com ocupações irregulares, contribuindo com maior vazão de dejetos residenciais depositados no córrego, ainda que este corte bairros centrais da cidade. No Trecho 2 da APP, o Córrego Mumbuca tem maior chance de ter políticas públicas de preservação implementadas, pois apenas 1,259% de sua área se encontra comprometida pelo uso e ocupação do solo.

No Plano Diretor Municipal de Monte Carmelo, possui a existência de projetos de recuperação das margens do Córregos Mumbuca e propostas que possam atenuar os impactos

ambientais causados no município, como a elaboração de projetos e obras, tanto de rede de esgoto como de rede pluvial, afim de eliminar as ligações clandestinas de esgotos sanitários, avaliar a possibilidade de implantação de canalização ambientalmente adequada do córrego Mumbuca utilizando-se de uma outra estrutura, que não seja de concreto armado e gabião e implementar campanhas para conscientização do uso da rede de esgotamento, ajudando assim, na conservação da Área de Preservação Permanente (APP) afetada pelo lançamento de esgoto, lixo, resíduos de construção e entulhos.

Outra proposta que permitirá a recuperação das margens do Córrego Mumbuca, é a implementação de Parques lineares ou *greenways*, que são intervenções urbanísticas ao longo de cursos d'água com o objetivo de assegurar a permeabilidade do solo das áreas de várzea, proteger e recuperar o ecossistema, abrigar práticas de lazer, esporte e cultura, controlar enchentes, e conectar espaços urbanos já construídos e espaços abertos. A Figura 25, mostra o Parque Tiquatira, localizado na zona leste da cidade de São, sendo este um exemplo de projeto para recuperação das margens de corpos d'água.

Figura 25 – Exemplo de Parque Linear: Parque Tiquatira/SP



Fonte: SUMMIT (2020).

A implementação de parques lineares possibilita uma melhor conscientização da população quanto a preservação dos recursos hídricos, além de promover a melhora na qualidade de vida da população por meio de práticas de atividade física e o contato com a natureza.

Entretanto, muitas são as discussões sobre preservação, e quais medidas poderão ser adotadas na educação, na legislação municipal, porém quase sempre encontra-se dificuldades em desenvolver as estratégias, porque ocorre que controvérsias sobre a caracterização de áreas como APPs em zonas urbanas estão cada vez mais presentes nas discussões, mas na parte Jurídica e Legislativa falta identificação de medidas objetivas e eficazes, afim de nortear a execução legal da legislação. A dificuldade em cobrar das políticas públicas urbanas e de proteção ao meio ambiente, através de esforço conjunto entre do Poder Público em distintas dimensões, não assegura que os esforços desenvolvidos serão aplicados e o os prejuízos ambientais minimizados.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Cláudia Maria de. **Aplicação dos sistemas de sensoriamento remoto por imagens e o planejamento urbano regional**. São Paulo: USJT – ARQ.URB. n. 3, p.98- 123. 1º Semestre, 2010.
- ANDRADE, E. M. de; ARAÚJO, L. de F. P.; ROSA; M. F.; GOMES, R. B.; LOBATO, F. A. de O. **Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada**. Engenharia Agrícola, v.27, n.3, p.683-690, 2007.
- BRAGA, R.; CARVALHO, P F. (Orgs.). **Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias**. Rio Claro-SP, DEPLAN/ICGE-UNESP, 2001.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. **Constituição Federal (Texto compilado até a Emenda Constitucional nº 100 de 26/06/2019) - Art. 225**. Brasília, DF: Senado Federal. Disponível em: https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_26.06.2019/art_225_.asp. Acessado em: 12 de nov. 2019.
- BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm. Acessado em 22 out. 2019.
- BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acessado em 23 out. 2019.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acessado em: 22 out. 2019.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. **Princípios básicos em geoprocessamento**. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 1998. cap. 1.
- CAMPBELL, J. B. **Introduction to Remote Sensing**. New York: The Guilford Press, 1996.
- CARVALHO, M. S.; PINA, M. de F. de; SANTOS, S. M. dos (Org.). **Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde**. Brasília: OPS/Ministério da Saúde, 2000, 122 p.
- CONAMA. **Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>. Acessado em: 22 fevereiro. 2019.

CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas, SP: Instituto de Geociências/UNICAMP, 1992.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**, Oficina de textos, São Paulo/SP, 2002.

FERREIRA, D. F.; SAMPAIO, F. E.; SILVA, R. V. C.; MATTOS, S. C. **Impactos sócio-ambientais provocados pelas ocupações irregulares em áreas de interesse ambiental – Goiânia/GO**, 2010. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Geografia/art_ocupacoes_goiania.pdf Acesso em: out. 2019.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 131.

GONÇALVES, A. K.; BARROS, Z. X.; POLLO, R. A. **Análise do conflito do uso e ocupação da terra em Área de Preservação Permanente através do SIG**. X Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 10, n. 2, 2014, pp. 539-547. (ISSN 1980-0827).

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013**. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=30375>. Acesso em: 22 out. 2019.

IBGE. **Bases Cartográficas**. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/. Acesso em: 22 ago. 2019.

IBGE. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/monte-carmelo/panorama>. Acesso em: 24 ago. 2019.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. 3. ed. United States of América: John Wiley & Sons, 1994. 1040 p. (ISBN 8535211772).

LIMA, Silmar Teixeira; SOUZA, Jorge Batista de. **Geoprocessamento e análise ambiental: susceptibilidade a movimento de massas. (2018)**. Disponível em: http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo1/086.pdf. Acesso em: 25 de abr. 2019.

MASCARENHAS, A. W. F. **Monitoramento da expansão da mancha urbana de Sete Lagoas/MG no período de 1985- 2014, através do uso de imagens Landsat**. VIÇOSA – MG, 2014. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/wp-content/uploads/2014/07/Artur-Wagner-Faria-Mascarenhas.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2019.

MEDEIROS, C. N. E., PETTA, R. A. **Exploração de imagens de satélite de alta resolução visando o mapeamento do uso e ocupação do solo**. In: Anais do Simpósio Brasileiro Sobre Sensoriamento Remoto - SBSR, Goiânia; 2005. INPE; 2005. p. 2709-2716.

MELO, A. de A.; MENEZES, P. M. L. de; SAMPAIO, A. C. F. **O uso de SIG na pesquisa geográfica voltada para o ensino e a aprendizagem**. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 10, n. 17, p. 97-116 fev. 2006.

MENECHINO, Laila Pacheco; PROCÓPIO, Juliana Barata; VIANNA, Camillo Kemmer. **Loteamentos irregulares em áreas de preservação permanente e seus impactos sócioambientais.** In: FERREIRA, Yoshiya Nakagawara et al. (Coord.). Anais do II Seminário Nacional sobre Regeneração Ambiental de Cidades. Londrina: UEL, 2007.

MOREIRA, M. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2003. 307 p.

MOREIRA, T. R.; SANTOS, A. R.; DALFI, R. L.; CAMPOS, R. F.; SANTOS, G, M, A. D. A.; EUGENIO, F. C. **Confronto do Uso e Ocupação da Terra em APPs no Município de Muqui.** Floresta Ambiente. vol. 22 no. 2 Seropédica abr./jun. 2015. (ISSN 2179-8087).

MURALI, M. **Applications of remote sensing and Geographic Information System (GIS) in Archaeology.** Recent Researches on Indus Civilization & Maritime Archaeology in India. ed by: Gaur, A.S.; Sundaresh; Agam Kala Prakashan. New Delhi; 2015; 219-223.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA (MPSC). **Diagnóstico Socioambiental como pressuposto de aplicabilidade das normas urbano-ambientais em APP.** V Seminário Estadual De Saneamento Ambiental. Florianópolis, 2015.

NOVO, E. M. L. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações.** São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 293 p.

NOVO, E. M. L. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1992. 328 p. (ISBN 8521200579).

NOVO, E. M. L. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações.** 3. ed. São Paulo: Blücher, 2008.

PORTUGAL, P. 2007. **Radiações electromagnéticas.** Disponível em: <<http://profs.ccems.pt/PauloPortugal/CHYMICA/REM/REM.html>>. Acessado em: out. 2019.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto.** Uberlândia: Ed. UFU, 2007. 248 p.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

SANTANA, M. N. R. **Identificação dos impactos ambientais da ocupação irregular na Área De Preservação Permanente (APP) do Córrego Tamanduá em Aparecida de Goiânia.** II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, nov. 2011. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/VI-009.pdf>>. Acessado em: novembro, 2019.

SANTOS, M. R. R.; RANIERI, V. E. L. **Critérios para análise do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e ordenamento territorial.** Ambiente & Sociedade n São Paulo v. XVI, n.4, p. 43-62. out-dez. 2013

SUMMIT MOBILIDADE URBANA 2020. **Quatro parques lineares e como eles transformaram o cenário urbano.** Disponível em: <<https://summitmobilidade.estadao.com.br/guia-do-transporte-urbano/4-parques-lineares-e-como-eles-transformaram-o-cenario-urbano/>>. Acessado em: dez. 2020.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO. **Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)**. Monte Carmelo-MG, 2013.

QGIS BRASIL. **QGIS: Classificação Supervisionada de Imagens Orbitais com o Semi-Automatic Classification Plugin**. 2015. Disponível em:

<

VILLAVICENCIO, Lourdes Milagros Mendoza; MENDES, David; ANDRADE, Lára de Melo Barbosa; MONTEIRO, Felipe Ferreira. **Google Earth Engine: Mapeamento das Mudanças na Cordilheira Vilcanota-Peru**. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2018_3_427_433.

APÊNDICE

APÊNDICE A – COORDENADAS COLETADAS AO LONGO DO CÓRREGO MUMBUCA

Pontos	Longitude E (m)	Latitude N (m)	Altitude (m)
Base1	237.049,428	7.926.679,074	849,970
1	236.779,598	7.926.239,639	851,960
2	236.782,636	7.926.244,510	851,830
3	236.794,200	7.926.256,594	851,720
4	236.807,286	7.926.270,324	851,500
5	236.823,897	7.926.288,051	851,250
6	236.845,399	7.926.310,389	850,800
7	236.863,285	7.926.328,876	850,670
8	236.876,046	7.926.341,998	850,580
9	236.882,382	7.926.348,608	850,440
10	236.888,127	7.926.354,971	850,280
11	236.891,022	7.926.359,535	850,320
12	236.895,166	7.926.367,933	850,260
13	236.899,262	7.926.380,587	850,100
14	236.899,097	7.926.390,556	850,120
15	236.898,226	7.926.410,525	849,900
16	236.897,682	7.926.426,343	850,010
17	236.897,952	7.926.434,222	850,040
18	236.898,913	7.926.440,911	850,030
120	236.903,641	7.926.456,008	850,080
121	236.911,338	7.926.480,719	849,770
122	236.914,076	7.926.489,895	849,730
123	236.922,457	7.926.516,473	850,100
124	236.928,347	7.926.535,585	849,580
125	236.931,483	7.926.545,582	849,590
126	236.934,423	7.926.552,222	849,550
127	236.938,237	7.926.557,738	849,580
128	236.942,902	7.926.563,144	849,500
129	236.949,724	7.926.569,900	849,550
130	236.971,724	7.926.589,301	849,510
131	236.987,156	7.926.603,159	849,440
132	237.008,280	7.926.621,746	849,120
133	237.019,299	7.926.631,297	848,860
134	237.031,200	7.926.641,959	850,130
135	237.043,464	7.926.652,590	848,650
136	237.056,058	7.926.663,751	848,460
137	237.071,051	7.926.677,072	848,360

138	237.084,516	7.926.691,138	848,280
139	237.092,042	7.926.706,682	848,390
140	237.097,393	7.926.713,403	848,340
141	237.100,258	7.926.720,202	848,470
142	237.103,378	7.926.730,493	848,420
143	237.110,020	7.926.756,082	848,240
144	237.118,791	7.926.789,272	848,250
145	237.119,452	7.926.807,346	848,140
146	237.114,747	7.926.859,832	847,780
147	237.108,458	7.926.927,838	847,410
148	237.103,567	7.926.982,552	847,120
149	237.099,857	7.927.024,424	847,180
150	237.097,901	7.927.044,044	847,170
151	237.093,890	7.927.089,290	846,720
152	237.090,511	7.927.124,714	846,420
153	237.088,033	7.927.152,337	846,570
154	237.087,358	7.927.160,115	846,830
155	237.088,125	7.927.171,886	846,180
156	237.090,673	7.927.194,603	845,860
157	237.099,507	7.927.273,472	846,020
158	237.106,597	7.927.309,013	845,590
159	237.108,950	7.927.321,086	845,520
160	237.110,076	7.927.339,139	845,020
161	237.111,887	7.927.369,979	844,770
162	237.114,266	7.927.395,103	844,980
163	237.114,956	7.927.404,764	844,840
164	237.114,611	7.927.416,008	843,980
165	237.116,267	7.927.425,339	844,510
166	237.117,194	7.927.432,264	844,970
167	237.117,344	7.927.442,143	844,220
168	237.117,946	7.927.450,323	844,040
169	237.118,607	7.927.457,951	844,530
170	237.120,193	7.927.475,505	844,840
171	237.121,238	7.927.488,461	844,910
172	237.120,314	7.927.494,785	846,040
173	237.110,758	7.927.490,123	845,950
174	237.111,140	7.927.484,863	844,900
175	237.110,433	7.927.476,752	844,850
176	237.109,752	7.927.468,886	844,850
177	237.108,846	7.927.457,169	844,820
178	237.107,399	7.927.437,775	844,840
179	237.106,692	7.927.428,445	844,820
180	237.105,431	7.927.412,265	844,850

181	237.103,050	7.927.384,534	844,910
182	237.101,052	7.927.361,123	844,960
183	237.097,144	7.927.309,510	845,780
184	237.094,091	7.927.282,025	846,630
185	237.088,556	7.927.233,159	845,760
186	237.084,571	7.927.197,886	845,820
187	237.081,335	7.927.167,271	846,360
188	237.081,206	7.927.159,119	846,850
189	237.082,731	7.927.138,887	846,400
190	237.087,050	7.927.092,040	846,740
191	237.091,497	7.927.043,271	847,370
192	237.093,165	7.927.024,656	847,220
193	237.098,474	7.926.966,341	847,240
194	237.105,631	7.926.888,381	847,710
195	237.113,289	7.926.805,362	848,250
196	237.113,454	7.926.797,635	848,660
197	237.112,180	7.926.788,818	848,210
198	237.103,172	7.926.755,156	848,280
199	237.096,847	7.926.730,931	848,450
200	237.093,873	7.926.721,723	848,470
201	237.087,724	7.926.706,576	848,460
202	237.080,856	7.926.692,454	848,420
203	237.077,790	7.926.687,640	848,370
204	237.066,227	7.926.677,482	848,290
205	237.051,270	7.926.664,736	848,590
206	237.040,645	7.926.655,123	848,520
207	237.028,299	7.926.644,280	850,440
208	237.015,867	7.926.633,666	848,970
209	237.004,937	7.926.623,893	849,140
210	236.981,751	7.926.603,566	849,380
211	236.965,769	7.926.589,359	849,400
212	236.952,847	7.926.577,935	849,370
213	236.944,112	7.926.569,766	849,390
214	236.937,978	7.926.563,693	849,530
215	236.933,362	7.926.558,048	849,560
216	236.930,182	7.926.552,056	849,490
217	236.926,816	7.926.543,250	849,660
218	236.923,937	7.926.532,843	849,590
219	236.920,000	7.926.520,709	849,960
220	236.915,747	7.926.508,084	849,870
221	236.910,993	7.926.492,993	849,680
222	236.906,048	7.926.476,779	849,590
223	236.901,658	7.926.463,115	849,730

224	236.897,425	7.926.449,603	849,880
225	236.894,970	7.926.442,202	850,000
226	236.893,932	7.926.433,743	849,830
227	236.893,594	7.926.427,084	849,960
228	236.894,217	7.926.411,551	849,950
229	236.894,699	7.926.399,620	850,090
230	236.895,505	7.926.381,972	849,930
231	236.891,377	7.926.369,273	850,140
232	236.888,648	7.926.363,340	850,220
233	236.884,627	7.926.356,666	850,320
234	236.877,252	7.926.348,922	850,520
235	236.863,574	7.926.334,814	850,670
236	236.848,130	7.926.318,791	850,860
237	236.835,415	7.926.305,652	850,890
238	236.819,542	7.926.288,886	851,200
239	236.813,577	7.926.282,707	851,470
240	236.804,577	7.926.273,245	851,610
241	236.796,105	7.926.264,307	851,700
242	236.784,257	7.926.252,017	851,870
243	236.779,137	7.926.246,625	852,000
244	236.773,519	7.926.243,263	852,020
245	236.774,785	7.926.238,972	853,750
Base2	236.986,971	7.927,842,343	844,350
246	237.119,927	7.927.508,294	845,870
247	237.118,161	7.927.509,588	845,680
248	237.116,631	7.927.514,661	845,110
249	237.111,308	7.927.526,016	844,530
250	237.106,857	7.927.538,037	844,750
251	237.097,200	7.927.559,039	843,420
252	237.093,429	7.927.571,065	844,550
253	237.086,676	7.927.587,463	844,540
254	237.079,125	7.927.606,431	844,460
255	237.071,498	7.927.625,203	844,330
256	237.065,083	7.927.641,017	844,210
257	237.059,030	7.927.655,762	844,210
258	237.048,402	7.927.682,046	844,120
259	237.039,792	7.927.702,961	843,950
260	237.030,550	7.927.725,549	843,800
261	237.018,274	7.927.756,157	843,820
262	237.015,008	7.927.764,800	843,050
263	237.009,555	7.927.777,048	843,730
264	236.993,806	7.927.816,845	843,840
265	236.987,345	7.927.835,815	844,080

266	236.980,436	7.927.856,065	843,800
267	236.973,970	7.927.874,707	843,560
268	236.969,834	7.927.892,211	843,760
269	236.965,931	7.927.919,447	843,210
270	236.965,421	7.927.937,982	842,450
271	236.965,268	7.927.953,493	842,370
272	236.959,053	7.927.971,014	840,980
273	236.952,186	7.927.984,236	840,780
274	236.945,088	7.927.990,955	843,670
275	236.933,523	7.927.999,266	843,250
276	236.931,555	7.928.012,969	841,100
277	236.929,537	7.928.035,348	842,490
278	236.923,243	7.928.019,798	842,160
279	236.924,461	7.928.003,872	842,140
280	236.928,591	7.927.992,174	841,770
281	236.933,304	7.927.984,808	841,550
282	236.939,920	7.927.979,589	841,870
283	236.948,715	7.927.970,085	841,930
284	236.954,368	7.927.956,576	842,060
285	236.954,810	7.927.947,348	842,360
286	236.953,785	7.927.941,679	841,470
287	236.955,047	7.927.926,451	842,350
288	236.956,966	7.927.909,300	842,890
289	236.957,840	7.927.896,594	842,940
290	236.958,997	7.927.880,684	843,040
291	236.962,359	7.927.866,223	843,500
292	236.965,904	7.927.852,635	843,700
293	236.973,831	7.927.835,306	843,870
294	236.977,461	7.927.827,561	844,340
295	236.983,416	7.927.815,976	843,770
296	236.988,843	7.927.801,925	843,610
297	236.995,702	7.927.785,053	843,800
298	237.003,060	7.927.767,325	843,490
299	237.005,255	7.927.759,738	843,540
300	237.009,353	7.927.751,850	843,710
301	237.017,611	7.927.731,652	843,760
302	237.026,397	7.927.710,344	843,830
303	237.035,030	7.927.689,667	843,800
304	237.045,049	7.927.665,578	843,900
305	237.055,658	7.927.638,256	844,020
306	237.066,354	7.927.612,070	844,010
307	237.075,152	7.927.590,442	844,030
308	237.084,499	7.927.566,789	844,510

309	237.090,143	7.927.552,917	844,040
310	237.094,262	7.927.543,042	844,040
311	237.099,239	7.927.531,011	844,550
312	237.103,548	7.927.521,022	844,510
313	237.107,928	7.927.507,410	845,040
314	237.108,262	7.927.504,565	845,820

Fonte: Autora (2020).